KLIMATISCHE BEOBACHTUNGEN UND STUDIEN ANLÄSSLICH DER LANDUNGS-MANÖVER IN DALMATIEN, AUGUST 1911, NEBST NOTIZEN ZUR HYGIENE DES MARSCHES

VON

HERMANN SCHRÖTTER

MIT 5 TEXTFIGUREN UND 1 KARTENSKIZZE

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 13. JUNI 1918

Äußere Umstände bringen es mit sich, daß ich der nachfolgenden Arbeit ein erklärendes Vorwort vorausschicken muß.

Die Daten, auf welche sich dieselbe bezieht, wurden während des Sommers 1911 gewonnen; die Arbeit jedoch — anderweitig in Anspruch genommen — erst knapp vor Kriegsbeginn, Juli 1914, und zwar insoweit fertiggestellt, als der erste Teil derselben vollendet, für den zweiten jedoch nur die rechnerischen Behelfe und bezügliche Notizen vorbereitet werden konnten.

Der erste vorliegende Teil sollte umfassen und begreift auch in der gegenwärtigen Form die Diskussion der von mir gewonnenen meteorologischen Daten sowie vorwiegend das rein klimatologische Studium derselben, während sich der zweite ebenso ausführlich gedachte Teil mit einer gründlichen Erörterung der klimatischen Faktoren in ihrem Einflusse auf das Befinden des marschierenden Soldaten, den Bestand seiner Leistungsfähigkeit und die Vermeidung bezüglicher Gefahren, im besonderen des Hitzschlages, beschäftigen sollte. Die Beziehungen der Wetterlage zu den tatsächlich von der Truppe bewältigten Märschen hätten auf Grund der beobachteten sowie der im Hinblicke auf die physiologischen Funktionen des Organismus abschätzbaren Werte hier zum ersten Male eingehend besprochen und die Wechselwirkungen beider näher präzisiert werden sollen. Namentlich wollten wir hiemit das Verständnis jener Grenzwerte vertiefen, innerhalb welcher durch das stärkere Hervortreten, sei es eines äußeren mit der klimatischen Thermik oder eines inneren, mit der Betätigung des Organismus zusammenhängenden Faktors die Wärmeregulation nicht mehr genügt und Wärmestauung beziehungsweise Hitzschlag erfolgen muß.

Auf diesen zweiten Teil der Arbeit muß ich verzichten, da es mir — anderweitig in Anspruch genommen — nicht mehr möglich war, die bezüglichen Betrachtungen unter Berücksichtigung der neueren Literatur wieder aufzunehmen und den Gegenstand erschöpfend abzuschließen. Ich muß mich in dieser Richtung darauf beschränken, nur einige Daten zu geben, die dem nachstehenden Texte entsprechend eingefügt sind.

Die vorliegende Arbeit stellt demgemäß im wesentlichen eine klimatologische Studie mit praktischen Gesichtspunkten dar, wobei ich glaube, daß die vielseitigen Daten, trotz ihrer ver-

späteten Mitteilung, für die Kenntnis der »Sonne Dalmatiens« in ihrem Einflusse auf den marschierenden Mann nicht ohne Wert sein dürften.

Im übrigen belasse ich die Einleitung wie sie für meine ursprüngliche Fassung des Ganzen bestimmt war.

Einleitung.

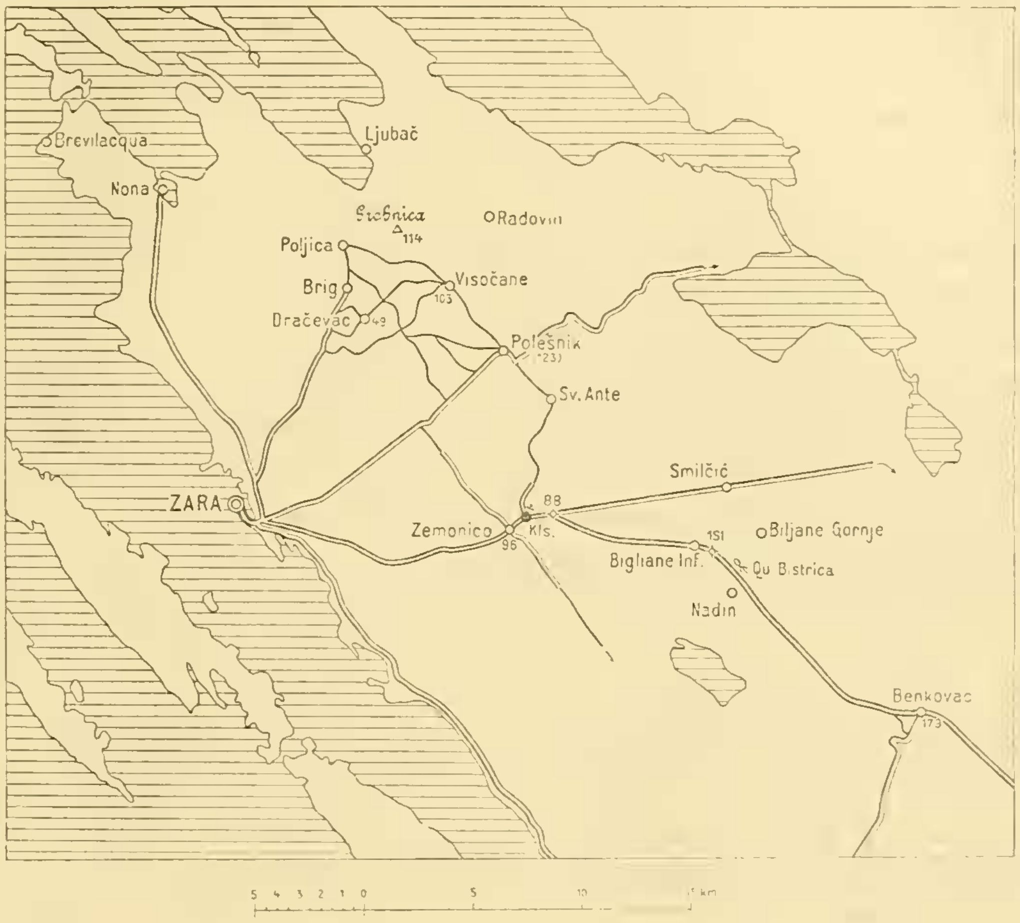
In Rücksicht auf klimatologische Fragen, die unten näher berührt werden sollen, schien es mir wünschenswert, Dalmatien auch einmal im Sommer aufzusuchen, um auf Grund eigener Wahrnehmungen die so häufig erörterte »dalmatinische Hitze« kennen zu lernen. Die Überlegung, daß hiezu längere Märsche im Inlande viel geeigneter als der bloße Aufenthalt an der Küste sein würden, veranlaßte mich, beim k. k. Ministerium für Landesverteidigung um die Bewilligung der Teilnahme an den bevorstehenden »Landungsmanövern« anzusuchen, und dies umsomehr, als ich hiebei hoffen konnte, ein Material zustande zu bringen, das, namentlich auch vom militärischen Standpunkte aus, für die Hygiene des Marsches in Dalmatien nicht ohne Wert sein würde. — Meiner Eingabe wurde Folge gegeben; ich rückte am 7. August 1911 zur Division der k. k. Berittenen Dalmatiner Landesschützen nach Sinj (43° 42' n. Br. und 34° 19' ö. L.: Seehöhe 326 *m*) ein und hatte dieserart die Freude, wieder einmal vier Wochen unter den kaiserlichen Reitern zubringen zu können.

Zum Verständnisse der nachstehenden Tabellen und Ausführungen möge in Kürze das folgende Itinerar dienen.

Der II. Eskadron der B. D. L. Sch. zugeteilt, welche zu den Landungsmanövern bei Zara, beziehungsweise der Südpartei kommandiert war, machte ich zunächst den Ritt dieser Eskadron vom 10. bis 13. August über Drniš, Slap, Benkovac nach Zara mit. Die Strecke wurde derart bewältigt, daß man am ersten Tage bis Drniš 48·5 *km* mit einer Höhendifferen von 186 *m*, am zweiten Tage bis Slap 27 *km* mit 235 *m*, am dritten Tage bis Benkovac 38·5 *km* mit 111 (173) *m*, am vierten Tage bis Zara 34 *km* mit 175 (191) *m* Höhendifferenz zurücklegte. Dann wurde ich dem k. k. Landw. Inft. Reg. Nr. 23, beziehungsweise dem k. k. Landwehrmarodenhause in Zara bis 20. August zugeteilt, um nun mit der kombinierten — aus dem k. u. k. Inft. Reg. Nr. 23, dem k. k. Landw. Inft. Reg. 23, der Batterie 3 der Geb. Artill. Brig. Nr. 7 und der II. Eskadron der B. D. L. Sch. bestehenden — Brigade zunächst die zweitägigen Übungen derselben (21. bis 22. August), dann die »Landungsmanöver« (23. bis 25. August) mitzumachen. Während dieser Zeit blieb ich nicht nur im Besitze meines Pferdes, es waren mir auch noch zwei berittene Schützen als Sanitätssoldaten zugewiesen, wodurch ich — was nicht genug eingeschätzt werden kann — in der Lage war, den ärztlichen Obliegenheiten, wie sie sich im Bereiche der ganzen Brigade ergaben, entsprechen und trotz der bezüglichen Anforderungen meine beabsichtigten Messungen in ausreichender Ruhe vornehmen zu können. Nach Schluß der Landungsmanöver blieb ich im gleichen Verbande bis zum nächsten Tage in Zara, um dann wieder der II. Eskadron der B. D. L. Sch. zugeteilt zu werden, mit welchen ich zur See nach Spalato und von dort zu Pferd nach Sinj zurückkehrte. Vor Abschluß meiner Waffenübung daselbst wurde ich vorübergehend (31. August, 1. September) in ärztlicher Mission nach Livno gesandt. Sowohl die Seefahrt nach Spalato wie im besonderen die Rückreise von dort über Lussin wurde ebenfalls zur Beobachtung der klimatischen Faktoren, namentlich der Lichtintensität benützt, welcher in der folgenden Arbeit wohl zum ersten Male in solchem Zusammenhange Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

Ferner erscheint es zweckmäßig, dem Aufsatze eine Kartenskizze vorauszuschicken sowie die Marschleistungen anzugeben, die von den Truppen der Südpartei im Operationsgelände bei Zara ausgeführt wurden.

Den Landungsmanövern gingen, abgesehen von einer am 17. August unternommenen Sanitätsübung der kombinierten Brigade (s. o.), zwei Marsch- beziehungsweise Gefechtsübungen derselben am 21. und 22. August voraus, wobei auf der Reichsstraße Benkovac, der Ausgangspunkt für die weiteren Operationen der Südpartei, erreicht wurde. Die Marschleistung am ersten Tage, die auf die Zeit von 5^h a. m. bis 2^h p. m. entfällt, betrug bei Überwindung einer Höhe von 191 *m* rund 30 *km*; dann Rast und Nachtlager zunächst dem Posten Nadin (187 *m*), beziehungsweise der Quelle Bistrica. Am 22. wurden unter Berücksichtigung von Rekognoszierungen etwa 13 *km* zurückgelegt, die den Zeitraum von 4^h a. m. bis 12^h 00 betreffen. Nachtlager in Benkovac (179 *m*). Am 23. August erfolgte von dort der Vormarsch in das Manövergelände, der diesmal aus strategischen Gründen gegen Mittag (zirka 11^h)



angetreten werden mußte. Nach Wasserversorgung und Rast beim Posten Nadin wurde gegen Abend 7^h bei Zemonico, beziehungsweise südlich vom Kloster S. Katerina (85 *m*) gelagert, nachdem im ganzen rund 22·5 *km* zurückgelegt worden waren. Am nächsten Morgen, den 24., Aufbruch noch vor Sonnenaufgang über Goles, Polešnik, zunächst nach Visočane (103 *m*), das man gegen 7^h a. m. nach einer Marschleistung von zirka 12·5 *km* mit mäßiger Steigung erreichte. Dann wurden in der Zeit von 8^h 30' a. m. bis 2^h p. m. Bewegungen auf ungünstigem Terrain bei Dračevac (50 *m*) mit Steigung und Gefälle im Ausmaße von etwa 10 *km* ausgeführt und während des Nachmittages von dort der Rückmarsch nach Polešnik, 6·5 *km*, vollzogen, wo man gegen 7^h p. m. eintraf. Es entfallen somit auf diesen Tag rund 29 *km*. Feldlager unter dem Südabhange von Polešnik (123 *m*). Am 25. August wurden morgens im Anmarsche sowie nach dem Zusammenstoße mit dem Gegner bei Dračevac von 4^h 30' bis 11^h 30' a. m. in wechselndem Gelände 10 *km*, dann nach dem »Abblasen« am Rückwege nach Zara auf gebahnter Straße 18 *km*, im ganzen somit 28 *km* bewältigt. Gegen 4^h p. m. waren die Truppen wieder eingerückt. [1]

---

1 Auf meine von Sinj nach Livno in Bosnien unternommene Dienstreise über den Prologpaß (1173 *m*) wird in der Arbeit nicht näher eingegangen und bloß auf die in der Generaltabelle angeführten bezüglichen Werte der meteorologischen Faktoren sowie der Lichtmessung verwiesen.

Gehen wir nunmehr auf das Verhalten der meteorologischen Faktoren ein, die ich während der Einrückungszeit bestimmen konnte. — Es versteht sich hierbei, daß man unter Umständen, die, wie im Sattel, zu einer expeditiven Beobachtung nötigen, keine komplizierten Instrumente gebrauchen und nur das Nötigste mitführen kann.

Die Temperatur wurde mittelst des Schleuderthermometers und mit dem gleichen Instrumente durch Benützung einer feuchten Hülle gelegentlich auch der Grad der Trockenheit bestimmt. Ferner kam ein genaues Schwarzkugel-Vakuumthermometer zur Ermittlung der Strahlungstemperatur in Anwendung, da nur durch Berücksichtigung der drei genannten Faktoren eine ausreichende Beurteilung der für die Wärmeökonomie am Marsche maßgebenden Bedingungen möglich ist. Die weiteren Kolumnen der Tabelle (s. p. 42), betreffend Sonnenschein, Wind und Bewölkung, bedürfen keiner näheren Erörterung; die benützten Zeichen sind die allgemein in der Meteorologie üblichen. Dagegen verlangt die Messung der Lichtintensität, deren Studium an sich heute besonders aktuell und als Ergänzung der Kenntnis über die Insolation von Wichtigkeit ist, nähere Erläuterung. — Zur Bestimmung der Lichtintensität kam die von Bunsen-Roscoe begründete, dann weiter von v. Wiesner, Eder, Andresen u. a. ausgebildete, chemisch-subjektive Methode in Anwendung, bei welcher photosensibles Papier einerseits dem gesamten (*Ig.*), andererseits dem diffusen Lichte (*Id*) ausgesetzt und durch Subtraktion der bezüglichen Größen die Stärke des Sonnenlichtes (*Is*) bestimmt wird. Wenn das genannte Verfahren auch keine absoluten Werte liefert, so ermöglicht dasselbe dennoch, wie ich des näheren an anderer Stelle erörtert habe, eine ausreichende Beurteilung der Lichtintensität für praktische Zwecke, wobei vor allem die Relationen der kurzwelligen Strahlung zum Ausdrucke kommen. Unter Anwendung eines von H. v. Schrötter und A. Wenger angegebenen Kunstgriffes (Benützung eines Äskulinfilters) vermag man noch über die Intensität des ultravioletten Lichtes, beziehungsweise dessen Relation zum übrigen Teile des kurzwelligen Spektrums Anhaltspunkte zu gewinnen, worauf sich die in der Tabelle angegebenen Kürzungen *Igv, Isv, Idv,* beziehen. Unsere Erfahrung ist jedoch in dieser Richtung noch nicht ausreichend, um weitere Schlüsse aus den nur spärlichen Messungen zu gestatten. Die von mir gemachten meteorologischen Beobachtungen wurden, was den Aufenthalt in Zara betrifft, mehrfach (Luftdruck, Feuchtigkeit, Wind) durch solche Daten ergänzt, die von der Wetterstation daselbst erhoben und mir seitens der k. k. Statthalterei freundlichst zur Verfügung gestellt worden sind.

Ich gebe nachstehend sämtliche Aufzeichnungen in Tabellenform wieder. Anderweitig, durch den ärztlichen Dienst, in Anspruch genommen, findet sich da und dort eine Lücke: nichtsdestoweniger glauben wir aber, namentlich was die Zeit der Manöver betrifft, genügend vollständig zu sein, um eine ausreichende Beurteilung der klimatischen Bedingungen zu ermöglichen, denen die operierenden Truppen im Dreiecke Zara, Benkovac, Nona, ausgesetzt waren.

1. Lufttemperatur.

Was die Verhältnisse der Temperatur und Feuchtigkeit anlangt, so wollen wir uns in diesem Aufsatze an der Hand der angegebenen Aufzeichnungen sowie der nachfolgenden Kurven nur mit jener Periode näher beschäftigen, die sich auf den Ritt von Sinj nach Zara und auf die Manöver daselbst bezieht. In dieser Richtung haben wir zunächst versucht, aus unseren Beobachtungen vom 15. bis 26. August — mit Hinweglassung der am 25. während und nach dem schweren Gewitter bestimmten Werte — eine Kurve darzustellen (Fig. 1), welche den stündlichen Gang der Lufttemperatur im Mittel ausdrückt. Diese Kurve entspricht insoferne nicht ganz den natürlichen Verhältnissen, als sich die für die einzelnen Stunden berechneten Werte auf eine ungleiche Zahl von Bestimmungen gründen. Nichtsdestoweniger dürfte die Kurve aber eine ausreichende Schätzung der Lufttemperatur und ihres Ganges im Manövergelände gestatten. Man erkennt, wie sich die Temperatur in der Zeit von 9^h a. m. bis in die späten Nachmittagsstunden über 30° erhebt, um zwischen 12^h und 2^h gegen 35° anzusteigen. Es versteht sich, daß während der besprochenen Periode, von der

allgemeinen Wetterlage abgesehen, infolge lokaler Momente, der Himmels- beziehungsweise Sonnenbedeckung, der Luftströmung, Dampfspannung u. a., Schwankungen vorkommen, die im Mittel 5° bis 10° betrugen. So wurden an einem Tage um 8^h a. m. 26°, an einem anderen 31°, um 5^h p. m. einmal 23°, ein andermal 31° notiert. Als Maximum um 12^h mittags konnten wir, und zwar am 23. August vor dem Abmarsche von Benkovac in das Manövergelände, 35° konstatieren. — Dieser Tag war überhaupt der wärmste während des in Betracht kommenden Zeitabschnittes. Auch in Zara, also an der Küste, wurde am 23. August das Maximum von 31·4° festgestellt. Bis gegen 2^h p. m. bestand starke Bewölkung, die Sonne war niemals frei. Erst am Nachmittage trat volle Aufheiterung mit schwachem WSW-Winde ein. Als Minimum haben wir um 12^h mittags 25°, und zwar am 16. August bei freier Sonne und starker Bewölkung gemessen. — Ein am 25. August in den Morgenstunden niedergegangenes Gewitter drückte die Temperatur derart herab, daß dieselbe gegenüber den mittleren Werten 11^h a. m. um 16°, 3^h p. m. um 8° abnahm.

Fig. 1.

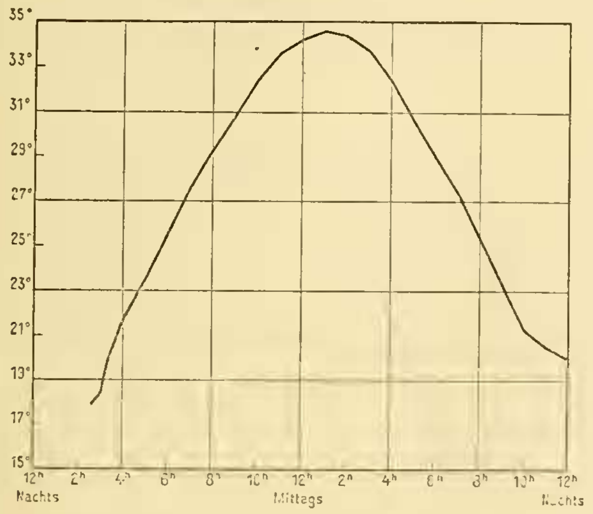
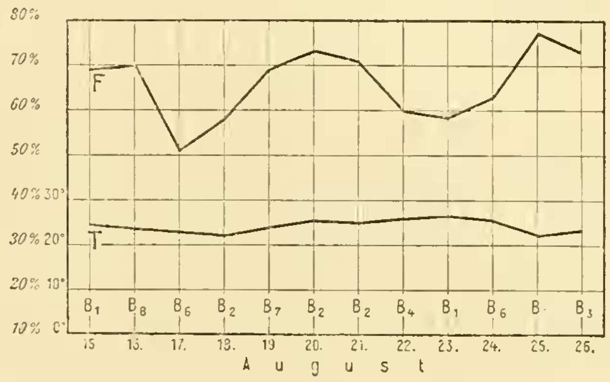


Fig. 2.



Zur weiteren Charakteristik der Luftwärme in der Zeit vom 15. bis 26. August geben wir ein Graphikon (Fig. 2), welches die täglichen Mittelwerte der Temperatur und relativen Feuchtigkeit für die Küste darstellt, wie sie sich aus den seitens der meteorologischen Station in Zara (44° 7' n. Br. und 32° 54' ö. L.) gemachten Ablesungen ergaben. Ferner lege ich eine Darstellung (Fig. 3) bei, in welcher einerseits (gestrichelte Linien) nach der gleichen Quelle der Gang der Lufttemperatur und Feuchtigkeit, andererseits (fortlaufende Linien und Punkte F.) jene Beobachtungen eingetragen sind, die wir selbst im Manövergelände in der Zeit vom 20. bis 26. August entsprechend einer mittleren Seehöhe von zirka 100 *m* gemacht haben. Man erkennt dieserart deutlich, inwieweit die Luftwärme in jenem Gebiete, in welchem die kombinierte Brigade operierte, von der Temperatur an der Seeküste abwich. Deutlich überragt am 21. bis 24. August die unsere Beobachtungen darstellende Kurve (soweit sich diese nach den vorhandenen Daten entwickeln ließ) jene von Zara.[1] Auch die Luftfeuchtigkeit wich, wie man durch Beobachtung der Punkte *F* erkennt, wesentlich von jener an der See ab. Sie war — um gleich im hygienischen Sinne zu sprechen — günstiger im Manövergelände, indem wir mehrfach Werte fanden, die sich unter dem Niveau der bezüglichen Kurve bewegen. Allerdings nahm gerade an den kritischen Tagen des 22., 23. und 24. August die Feuchtigkeit im Bereiche des ganzen Operationsfeldes, also auch an der Küste, ab, um erst nach dem »Abblasen« wieder anzusteigen.

[1] Zur Ergänzung des Gesagten bemerke ich noch bezüglich der meteorologischen Bedingungen von Zara, daß in der Zeit vom 15. bis 26. August das höchste Tagesmittel 26·5°, das niederste 22·5° betrug. Nach den Beobachtungen am Maximum-Minimum-Thermometer stellen sich die absoluten Werte während der Manöverzeit vom 20. bis 26. August im Mittel auf 29·6° und 20·9°; der Unterschied beider auf 8·7°. Als absolutes Maximum in der genannten Periode wurden 31·4°, am 23., als entsprechendes Minimum 17·0° am 24. gemessen. Wir selbst hatten leider kein Maximum-Minimum-Thermometer bei uns, wodurch die für die operierenden Truppen in Betracht kommenden Bedingungen, insbesondere die während der Nacht im Freilager herrschenden Temperaturen noch genauer zu beschreiben gewesen wären.

2. Strahlungstemperatur.

Doch bevor wir hierauf noch näher zurückkommen, sei der kalorischen Strahlung gedacht, wie sie mit Hilfe des Schwarzkugel-Vakuum-Thermometers bestimmt wurde. Wenn diesem Instrumente auch gewiß Mängel anhaften (s. u.), so können die Angaben desselben für physiologische Zwecke doch mit ausreichender Genauigkeit verwendet werden. Andere Verfahren, namentlich die Bestimmung der Insolationsgröße nach absoluten Methoden, wie mit Hilfe der Pyrheliometer, konnten ja unter den gegebenen Bedingungen, am Marsche, zu Pferde, (vorläufig) nicht in Frage kommen. — Die kalorische Strahlung erreicht ihren größten täglichen Wert im allgemeinen zwischen 12·00 bis 1^h p. m. und (vergl. auch den Gang der Lufttemperatur Fig. 1) zumeist gegen Ende dieser Stunde. Die bezügliche Kurve (Fig. 4) erscheint asymmetrisch gegen die Mittellinie, indem das Ansteigen der Wärmestrahlung in den Vormittagsstunden rascher erfolgt als die Abnahme derselben während des Nachmittages. Ebenso wie die »chemische« (s. u.) wird auch die kalorische Strahlung durch die jeweilige Witterung beeinflußt. In Rücksicht auf die Jahreszeit fällt ihr Maximum, wie auch jenes der Lufttemperatur, auf die Sommerperiode, beziehungsweise den Juli; sie erfährt durch die Witterung im Sommer die geringste, im Winter die größte Abschwächung.

Fig. 3.

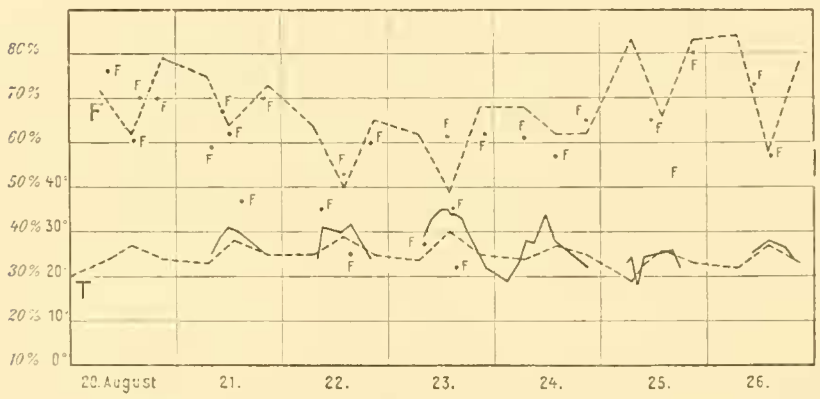
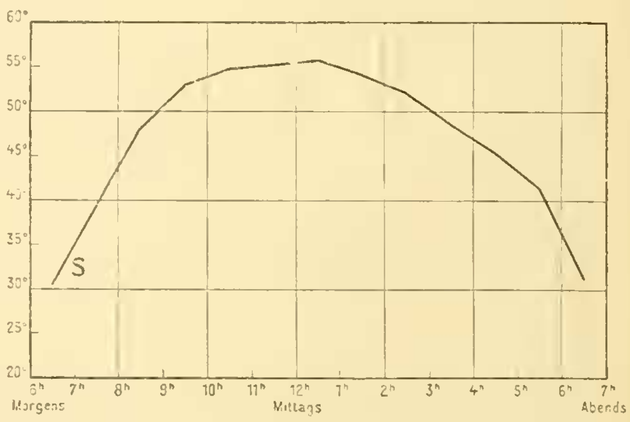


Fig. 4.



Soweit sich unsere Messungen — wieder mit Bezug auf die Zeit vom 15. bis 26. August — mitteln lassen, findet man dieselben in der vorstehenden Figur 4 dargestellt. Entsprechend dem stündlichen Sonnenstande stieg die Strahlung bis gegen 11^h a. m. rasch an, um sich während der Mittagszeit (Sonnenhöhe zirka 55 bis 60°) im Niveau von zirka 55° zu halten, ihr Maximum erst nach 12^h zu erreichen nnd dann langsamer während der Nachmittagsstunden abzunehmen. Wahrscheinlich dürfte die Größe der Strahlung noch etwas höher liegen. Das Instrument folgt nämlich nur relativ träge dem Wechsel der Strahlung, so daß bei nur kurz bemessener Exposition, wie dies gelegentlich des Marsches der Fall war, die jeweiligen Maxima vielleicht nicht immer voll zum Ausdrucke kamen. Außerdem ist das Schwarzkugelthermometer bis zu einem gewissen Grade doch auch von der Lufttemperatur und dem Winde abhängig. Ebenso muß bei genauen Messungen die geographische Breite, (die Schichtdicke der Atmosphäre), die Zenithdistanz berücksichtigt und das Strahlungsthermometer entsprechend — in der Ebene des Meridianes u. a. — aufgestellt werden.

Das Maximum, welches wir während der besprochenen Periode beobachten konnten, betrug 58° am Vormittage des 23. August, welcher ja übrigens der wärmste war. Auch die Rubnersche Zahl (s. u.) erreichte an diesem Tage um die Mittagszeit ihren höchsten Wert mit 46·0°. Es herrschte damals starke Bewölkung, die Sonne war zumeist verdeckt; bei klarem Himmel wäre die kalorische Strahlung gewiß noch höher gewesen. Aus der Tabelle kann man sich leicht durch Vergleich der Kolumnen 5, beziehungsweise 6 und 11 von dieser Abhängigkeit überzeugen. — Bei vollkommen freier Sonne und fehlender Himmelsbedeckung konnten wir wesentlich höhere Werte verzeichnen. So beobachteten wir in Sinj, vormittag am 29. August bei 55° 10′ Sonnenhöhe 65·1°, am 30. August

bei 55° 25' Sonnenhöhe 64·0° und am 2. September bei 50° 09' Sonnenhöhe 61·4°, Werte, die umso verständlicher sind, wenn man berücksichtigt, daß Sinj gegenüber dem Manövergelände um zirka 200 *m* höher und außerhalb des Dunstkreises der Seeküste liegt. Im gleichen Sinne, wenn auch nicht quantitativ in demselben Maße, wird ja die Größe der Wärme-, ebenso wie jene der Lichtstrahlung außer von der Bewölkung, vom Feuchtigkeitsgehalte der Atmosphäre beeinflußt, beziehungsweise bei höherem Sättigungsdefizit vergrößert. In der Tat fanden wir ja auch an den genannten Tagen, die Luftfeuchtigkeit, soweit wir sie feststellen konnten, gering und es herrschte Nordwind mit klarer Fernsicht.

Es darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden, daß, wenn die kalorische Strahlung naturgemäß auch auf die Luftwärme von Einfluß ist, die Werte beider Faktoren unabhängig von einander verlaufen. So kann, wie man sich u. a. besonders sinnfällig im Korbe des Luftballons zu überzeugen vermag, die Temperatur der Luft z. B. — 20°, jene der Strahlung + 50° und der Unterschied beider die »aktinometrische Differenz« somit 70° betragen. Wir finden demgemäß in unserer Tabelle den Strahlungswert 64°, einmal bei einer Lufttemperatur von 25·1°, ein andermal 58° Strahlung bei einer solchen von 35° u. s. f. Bei niederen Lufttemperaturen, wie im Winter oder in der Hochregion, kompensiert die Strahlung wesentlich die Wirkung der Kälte; bei höherer Lufttemperatur »summieren« sich beide Faktoren.

Bewölkung beeinflußt die kalorische Strahlung wesentlich dann, wenn sie die Sonne betrifft; ist diese frei, so können die Werte selbst bei ausgesprochener Himmelsbedeckung hoch sein. So findet sich z. B. der Wert von 45° bei S_4 sowohl bei heiterem als stark umzogenem Himmel. Die Schwächung der kalorischen Strahlung nimmt mit der Größe der Sonnenerhebung, dem Einfallswinkel der Strahlen, ab. Man versteht, daß durch die jeweilige Kombination der genannten Faktoren zu gleichen Zeiten beobachtete Werte beträchtlich von einander abweichen können. So fanden wir bei S_4 und heiterem Wetter schon um 10^h a. m. 60·0°; dagegen um die Mittagszeit bei S_0 und bedecktem Himmel 53°; Werte von 50° konnten selbst bei starker Bewölkung, aber relativ freier Sonne, bereits um 9^h a. m. gemessen werden. Das Strahlungsmaximum, 65° (bei einer Zenithdistanz von 35° 50' wurde, wie bemerkt, bei besonders klarem Wetter, S_4, B_0, bestimmt.

Die Bedeutung dieses letztgenannten Faktors in klimatologischer Richtung ist früher nicht ausreichend beachtet worden. Man hat zumeist nur auf die Lufttemperatur, die Angabe bezüglicher Mittelwerte Gewicht gelegt, ohne die Insolation — Sonnenscheindauer und Strahlungsintensität — entsprechend zu würdigen, die eine so mächtige Energiequelle darstellt, daß dagegen die Wärmeproduktion, insbesondere des ruhenden Körpers nicht in Betracht kommt. Gegenwärtig wird der Registrierung der Insolation schon in Rücksicht auf die Bedürfnisse der Heliotherapie erhöhte Beachtung zuteil, wie hier nicht näher ausgeführt werden braucht. Zu einer eingehenden Beurteilung der bezüglichen Effekte auf den Organismus wird jedoch in Hinkunft die Bestimmung der Strahlungsgrößen im absoluten Maße, wie mittelst des Pyrheliometers erforderlich sein.

Um nun den Grad der Heizwirkung des jeweiligen Klimas, die Wärmezufuhr von außen, wie sie die beiden Komponenten, Luft- und Strahlungstemperatur, anzeigen, richtig einschätzen zu können, erweist sich die Beachtung der sogenannten aktinometrischen Differenzen, das heißt des Unterschiedes zwischen den Angaben des Luft- *(t)* und Strahlungsthermometers *(s)* ungenügend, beziehungsweise zu hoch gegriffen. Man muß vielmehr einen Wert berücksichtigen, den zuerst M. Rubner und sein Mitarbeiter E. Cramer (1894) auf Grund besonderer Versuchsreihen definiert haben. Es wurde experimentell der Einfluß studiert, welchen die Sonnenstrahlung im Vergleiche zur Lufttemperatur auf die Stoffzersetzung, Wärmebildung, Wasserdampfabgabe, beim Tiere ausübt. Zur Beurteilung der kalorischen Wirkung wurde das Vakuumthermometer benützt, welches jedoch mit einem Pyrheliometer geeicht worden war, so daß man bezügliche Fehlerquellen vermeiden und die Temperaturen mit absoluten Werten vergleichen konnte.[1] — Aus diesen Untersuchungen, die für den Menschen noch besonders durch

[1] Um einen Maßstab in dieser Richtung zu geben, so sei bemerkt, daß, von den Konstanten des Schwarzkugelthermometers abgesehen, einem Grade Differenztemperatur im Mittel 0·035 Kal. pro Quadratzentimeter und Minute entsprechen.

A. Wolpert bestätigt wurden, ergab sich, daß die Wärmeregulierung des Körpers nach Maßgabe von rund dem halben Temperaturüberschusse beeinflußt wird, welchen die Sonnen- über die Schattentemperatur aufweist. Bezeichnet man diese mit t und die Temperatur, welche man am Vakuumthermometer in der Sonne abliest, mit s, so kann die Größe des klimatischen Wärmeeffektes (W) nach der Formel $W = t + \frac{s-t}{2}$ oder kurz: $= \frac{s+t}{2}$ eingeschätzt werden. Des genaueren wären für jeden Grad Überschuß der Sonnen- über die Schattentemperatur dieser je 0·47 zuzuzählen. Bei einer Lufttemperatur von 34·5° und einem Strahlungswerte von 56·8° (wie am 23. August um 1^h 20') würden sich somit 45·7° ergeben, was besagt, daß *ceteris paribus* in Berücksichtigung der Insolationsgröße die Wärmewirkung des Klimas auf den Körper die gleiche war, als wenn dieser einer Lufttemperatur von 45·7° und nicht von 34·5° ausgesetzt gewesen wäre.

Die aktinometrische Differenz oder die relative Wärmestrahlung (F. Schwab), in diesem Falle 22·3°, würde weitaus zu hoch gegriffen sein; die Untersuchungen der genannten Autoren haben vielmehr ergeben, daß die der Insolation entsprechende Wärmezufuhr mit rund dem halben Werte dieser Differenz zu veranschlagen ist. Schatten- und Sonnentemperatur ergänzen sich derart, daß der Wärmeeffekt bei Konstanz von t von der Intensität der Strahlung, der Himmelsbedeckung, Sonnenhöhe, bei Konstanz dieser Faktoren von der Lufttemperatur beeinflußt wird, wenn wir zunächst vom Feuchtigkeitsgehalte und der Bewegung der Atmosphäre absehen. Bei niederer Lufttemperatur und freier Sonne kann der Zuwachs durch Strahlung ein sehr beträchtlicher sein. — Mit Bezug auf die früher gemachten Angaben über die Wärme im Korbe des Luftballons würde der entsprechende Wert + 15·0° betragen. Auf den Cañadas (2200 *m*) von Teneriffa ergab sich nach eigenen Beobachtungen am 4. April 1910 um 12^h 15' aus $t = 15·0°$ und $s = 58·5°$ der Wert von 36·8°; am 17. April um 2^h p. m. aus 5·7° und 60·0° ein solcher von 32·9° [1] — Andererseits wird bei hoher Lufttemperatur, jedoch starker Himmelsbedeckung die Vermehrung durch Strahlung nur eine geringe sein können.

Sehen wir nach diesen Vorbemerkungen die bezüglichen Werte unserer Tabelle wieder für die Periode vom 15. bis 26. August durch, so ergibt sich für die Zeit von 10^h vormittags bis 5^h nachmittags ein Mittelwert von zirka 40°. Die Größen der Strahlungs- und Lufttemperaturen ergänzen sich dabei in der Weise, daß die Schwankungen zwischen den einzelnen Stunden nur geringe sind; sie bewegen sich zwischen rund 38—46°. Die Differenzen würden wesentlich kleiner sein, wenn stets voller Sonnenschein bestanden hätte; hiedurch würde naturgemäß auch der Mittelwert für die genannten sieben Stunden höher liegen. Aber auch schon bei niederem Sonnenstande, wie in der Zeit vor 10^h a. m. (am 22., 23. und 24. August) oder nach 5^h p. m., wie am 19. dieses Monates, liegen die Rubner'schen Zahlen bei 41, 39, 40, beziehungsweise 32°. Daß die bezüglichen Werte in Sinj trotz Strahlungstemperaturen über 60° und heiterem Himmel nicht jene Maxima von rund 40—46° übertrafen, die wir im Manövergelände beobachteten, hängt damit zusammen, daß die Luft in Sinj kühler war; dagegen fällt dort die Konstanz von Werten zwischen 42—46° infolge der freieren Insolation auf, während im Manövergebiete die Sonne wiederholt bedeckt und damit die Strahlung beeinträchtigt war. Der relativ niedere Wert der Rubner'schen Zahl am 25. August um 2^h 45' p. m. bei Zara, nämlich 38·7°, findet wohl ebenfalls darin seine Erklärung, daß die Lufttemperatur nach dem schweren Gewitter gesunken war, denn die Strahlungsgröße von 52° entsprach annähernd den zu gleicher Tageszeit bei freier Sonne am anderen Orte (Sinj) erhobenen Werten.

Die Betrachtung der Rubner'schen Werte hat auch ohne graphische Darstellung derselben unschwer erkennen lassen, in welcher Weise sich die Luft- und Strahlungstemperaturen in ihrem Wärmeeffekte ergänzen, wie dieser durch Insolation gesteigert wird. Die klimatischen Außenbedingungen lassen sich durch Vereinigung beider Komponenten viel genauer beurteilen, als dies mit Hilfe des einen oder

---

[1] H. Reichel beobachtete am Monte Rosa (21. August 1906) bei einer Lufttemperatur von —2° eine Strahlung von 41°, so daß der bezügliche Wert —19·5° lauten würde u. a.

anderen Instrumentes allein möglich ist. Auf Grund der Ablesungen des Luft(Schleuder)thermometers, nach welchen sich für die Mittagsstunden ein Mittel von 30° ergab, würde die äußere Wärme zu gering, bei der bloßen Berücksichtigung des Vakuumthermometers zu hoch bemessen sein. Die Lufttemperatur erscheint vielmehr in Rücksicht auf unsere Werte gleichsam auf 40—46°, also wesentlich über jenes Niveau hinaufgerückt, welches der normalen Temperatur des Körpers entspricht; dadurch erwachsen demselben aber, namentlich bei gesteigerter Arbeit, erhöhte Ansprüche an die Wärmeregulation.

Was die Größe der Energie anlangt, welche dem Körper durch Besonnung zugeführt wird, so sei bemerkt, daß sich der Wärmeeffekt dieser um die Mittagszeit auf rund 1·0—1·5 (gr) kal. pro Quadratzentimeter und Minute stellt. Man versteht, daß die Größe der Strahlung vom Sonnenstande, der geographischen Breite, der Meereserhebung abhängig sein muß. Nach Crova erreicht die Intensität 30 Minuten nach Sonnenaufgang zirka 0·3, zwei Stunden danach bereits 1·2 Kal., um dann gegen Mittag trotz zunehmender Inzidenz der Strahlen nur unbedeutend zu steigen. — Die Besonnung von Gebirgslagen übertrifft im allgemeinen jene der Ebene; was erstere vor allem charakterisiert, ist jedoch die Konstanz hoher Werte. So fand C. Dorno für Davos (1560 *m*) eine mittlere Intensität von 1·52 Kal. Daß unter günstigen Umständen, reiner Atmosphäre, solche Werte gelegentlich auch im Tieflande realisiert sein können, ist für Wien schon von R. Schneider (1·5 Kal.) gezeigt worden. In großen Seehöhen, wie auf den Cañadas von Teneriffa (2200 *m*) kann der Wärmeeffekt der Sonne nach A. Wenger um die Mittagszeit sogar über 1·60 ansteigen. Dementsprechend liegen dort auch die Werte morgens sowie gegen Abend höher (so am 30. März 8^h 30' a. m. 1·46, am 4. April 8^h 30' p. m. 1·42 kal. u. a.). Geht die kalorische Strahlung auch mit jener des Lichtes nicht vollkommen parallel, so wird man in Rücksicht auf die hohen Werte dieser (s. p. 25) doch annehmen dürfen, daß auch der Wärmeeffekt der Sonne während der fraglichen Zeit in Dalmatien ein beträchtlicher war; Intensitäten von 1·5 Kal. dürften wohl während der Märsche wiederholt geherrscht haben. Legt man diesen Wert zugrunde, so würden dem Körper, wenn dieser allseits nackt bestrahlt werden könnte, bei Annahme einer Oberfläche von 19000 cm^2 (nach Meeh) 1710 *(kg)* Kal. pro Stunde zugeführt werden. Beim Soldaten am Marsche sind bloß Gesicht, Hals und Hände der direkten Besonnung ausgesetzt. Nimmt man deren Oberfläche nach A. Hiller zu 800 cm^2 an — was eher zu niedrig gegriffen ist — so würden diese Teile allein bei gleicher Intensität in der Stunde 72 *(kg)* Kal. empfangen, einer Energiemenge entsprechend, durch welche der Gesamtkörper in einer Stunde um rund 1° (1·2°) erwärmt wird. Rückstrahlung von der Haut schwächt den Wärmeeffekt. Die Größe der Reflexion ist bisher nicht ausreichend untersucht worden; wir hoffen, darauf noch selbst zurückzukommen. Die Insolation der Kleider, der Kopfbedeckung sowie der Ausrüstung stellt wesentliche Heizquellen für den Soldaten dar, durch welche die Wärmeabgabe im Wege von Leitung und Strahlung verhindert und die thermische Regulation erschwert wird. Die Kopfbedeckung schützt einerseits vor dem unmittelbaren Einflusse der Strahlung und damit vor einer besonderen Wirkung derselben, dem Sonnenstiche, andererseits wird, und zwar je nach Beschaffenheit und Form der Kopfhülle die lokale Erwärmung gesteigert.[1]

Wenn oben gesagt wurde, daß die aktinometrische Differenz *(s—t)* oder die relative »Wärmestrahlung« (F. Schwab) keinen entsprechenden Maßstab für die Erwärmung des Körpers von außen bietet, so beansprucht dieser Wert in meteorologischer Hinsicht Interesse. Man versteht ja, daß auch

[1] So beträgt nach Messungen, die u. a. zuletzt P. Schmidt angestellt hat, bei einer Außentemperatur von 36·0° in der Sonne die Temperatur unter einer Tuch-Klubmütze 37·0°, unter einem Lederhelme 36·5°, unter einer leichten englischen Mütze 34·5°. Bei starker Bestrahlung und einer Lufttemperatur von rund 18° kann die Wärme unter dem preußischen Infanteriehelme um 8—10° ansteigen. Demgegenüber bilden helle, durchlässige Stoffe, beziehungsweise Materialien einen Schutz gegen die Erwärmung durch Strahlung, so daß bei einer Außentemperatur von 36·0° beispielsweise unter einem Panamahute 25·5°, unter einem leichten Strohhute 26·5° beobachtet werden. — Leider ist es mir während der Manöver nicht möglich gewesen, die Temperatur unter der, nicht ventilierten, österreichisch-ungarischen Dienstmütze zu bestimmen. Nicht unvermerkt sei, daß sich während der letzten Felddiensttätigkeit in Syrien unsere Offiziere sowohl als die Mannschaft der leichten Mützen anstatt der Tropenhelme bedienten, die kaum zur Verwendung gelangten.

die Größe der relativen Wärmestrahlung (ebenso wie jene des Lichtes) durch die Wetterlage beeinflußt werden muß. Ohne Rücksicht auf die jeweilige Witterung fällt ihr Maximum auf den Juli, ihr Minimum auf den Dezember; bei freier Sonne dagegen auf den Februar, beziehungsweise den Oktober-November. Aus unseren Aufzeichnungen ergibt sich für die Zeit von 10^h a. m. bis 5^h p. m. (bei S_4) eine mittlere aktinometrische Differenz von 25° (Min.: 15°, Max.: 35°). Am 25. August 3^h p. m. nach dem Gewitter betrug sie 26°; in Livno (711 *m*) zu mittag 24° bei einer Lufttemperatur von 21°; der Rubner'sche Wert war 34°.

Im Anschlusse an diese Betrachtungen sei noch vermerkt, daß J. Vallot 1913 versucht hat, die Relationen von Lufttemperatur und Strahlung im Hinblicke auf die Ermittlung der für die Lichttherapie ausnützbaren Sonnenscheinstunden durch ein besonderes »Heliothermometer« direkt zu messen und damit in einfacher Weise eine Feststellung der kritischen Grenze zwischen dem kalten und warmen Lichtbade zu ermöglichen. Bezüglich der näheren Daten muß auf das Original[1] verwiesen werden.

Mit der Beurteilung der Luft- und Strahlungstemperatur sind die für die Wärmeökonomie des Körpers in Betracht kommenden äußeren Faktoren jedoch nicht hinreichend gekennzeichnet. Von größter Bedeutung ist das gleichzeitige Verhalten der Wasserdampfspannung, der Luftfeuchtigkeit, die namentlich für die Wärmeabgabe seitens des Organismus maßgebend ist, während die oben genannten Momente die Heizung des Körpers von außen betreffen.

3. Luftfeuchtigkeit.

Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, ausführlich auf jene Mechanismen hinzuweisen, die der arbeitende Organismus am Marsche in Tätigkeit setzt, um seine Bluttemperatur im Wege der physikalischen und chemischen Regulation nicht über die Norm ansteigen zu lassen. Die Leistungsfähigkeit desselben und damit der Schutz vor schweren Schädigungen des Körpers wird umso geringer, je ungünstiger die äußeren Faktoren kombiniert sind, im besonderen je höher zugleich auch die Luftfeuchtigkeit ist. Die großen Anforderungen, welche die Wärmeökonomie am Marsche an die Wasserverdampfung, die Perspiration durch Lunge und Haut stellt, können trotz hoher Außentemperatur bei trockener Luft und ausreichender Wasserzufuhr befriedigt werden; die Regulation wird aber leicht insuffizient, wenn sich der Feuchtigkeitsgrad der Sättigung nähert. Außer durch grundlegende Untersuchungen von M. Rubner sind die hier in Betracht kommenden Beziehungen, und zwar mit besonderer Berücksichtigung des Soldaten, namentlich von N. Zuntz und O. Schumburg studiert worden, wobei vor allem auch die Kenntnis der Mechanik jener Vorgänge vertieft wurde, durch welche die Wärmebilanz der menschlichen Maschine trotz ungünstiger Außenbedingungen und bei abnormer Belastung gewährleistet wird. Wir möchten nicht ermangeln, auf diese auch heute noch wertvolle Arbeit,[2] die bei uns nicht ausreichend gewürdigt zu sein scheint, nachdrücklich zu verweisen.

Die Erfahrung zeigt, daß bei Temperaturen von 25—30° C. die Grenze liegt, bei welcher die Gefahr der Wärmestauung, des Hitzschlages besteht, wenn die Luft feucht ist. — Um ein Beispiel aus eigener Erfahrung anzuführen, vermag man bei etwa 35° stundenlang und mit fast trockener Haut in den Parksteppen am oberen Nile zu jagen, da dort die relative Feuchtigkeit der Luft gelegentlich nur 25% beträgt; bei einer solchen von 80% wird aber der Marsch selbst schon bei einer Temperatur von 25° beschwerlich und die Leistungsfähigkeit nimmt wesentlich ab. In einer Umgebung von 30° bei windstiller Luft und Sättigung kann die Körpertemperatur leicht auf pathologische Werte, 40° und darüber ansteigen. Individualität und Training verschieben auch hier die Toleranzbreite; bekannt

[1] J. Vallot. De l'Actinometrie dans ses Rapportes avec l'Heliotherapie. Berichte des internationalen Kongresses für Thalassotherapie in Cannes 1914, Paris. Gazette des Eaux, V^me^, Rue Humboldt 3.

[2] Studien zu einer Physiologie des Marsches, Berlin. A. Hirschwald 1901.

und in praktischer Hinsicht wichtig ist, daß »Neulinge« allmählich an die körperlichen und die durch Märsche im Sommer bedingten Mehranforderungen zu gewöhnen sind, um durch zweckmäßiges Ineinandergreifen der dem Organismus zur Verfügung stehenden Regulationsapparate mit einem Mindestaufwande an Energie auszukommen.[1]

Betrachten wir nach diesen Vorbemerkungen das Verhalten der Luftfeuchtigkeit an der Hand unserer eigenen Daten sowie der in Zara gemachten Beobachtungen, so erkennt man zunächst, daß sich dieselbe auf Grund der seitens des meteorologischen Observatoriums daselbst gewonnenen Mittel (siehe die entsprechenden Kurven in Fig. 2 und 3) wellenförmig um den Wert von etwa 60 % bewegte. Das Tagesmittel der Feuchtigkeit für die Küste schwankte in der Zeit vom 15. bis 26. August zwischen 51 und 77 %. also um 26 %.[2] Die Kurve in der Fig. 3 gibt weiters die Breite der täglichen Schwankung und zeigt zugleich, daß die Feuchtigkeit gerade an den Tagen der Landungsmanöver noch günstiger lag. So wurden, wie an den Nachmittagen des 22. und 23. August Werte von zirka 50 % an der Küste gemessen. Die Beachtung dieser Angaben allein würde jedoch kein richtiges Bild der Luftfeuchtigkeit im Manövergelände geben. Die Lage der Punkte *F*, unsere eigenen Beobachtungen betreffend, zeigt vielmehr, daß die relative Feuchtigkeit im Operationsgebiete noch viel niedriger war, indem wir Werte finden, die sich unterhalb von 40 % bewegen. Auch diese fallen auf die bereits genannten Tage mit abnehmender Dampfspannung. Als Minima der relativen Feuchtigkeit konnten am Morgen des 22. und 23. August 37 %, beziehungsweise 38 %, in den Nachmittagsstunden derselben Tage sogar 35 %, beziehungsweise 32 % beobachtet werden. Eine relativ hohe Feuchtigkeit fanden wir konform der in Zara beobachteten Wellen, am 15., 16., 20. sowie 25. August, wobei Werte über 70 %, allerdings zumeist bei niederem Sonnenstande notiert wurden.

Wir brauchen nicht näher auf die gewonnenen Daten einzugehen; das Gesagte genügt, um zu zeigen, daß das Verhalten der Feuchtigkeit während der Landungsmanöver ein günstiges war. Höhere Werte, wie die letztgenannten, wurden bloß vereinzelt, und zwar an solchen Tagen verzeichnet, an denen keine anstrengenden Märsche stattfanden.

Die Trockenperiode, wie sie zu dieser Zeit in Mitteleuropa herrschte, kommt ebenfalls in unseren Messungen deutlich zum Ausdrucke. Dieselben zeigen aber auch, wie wichtig es ist, nicht bloß, wie dies bisher geschehen, die Temperaturen, sondern auch das Sättigungsdefizit im Bereiche des Operationsfeldes zu bestimmen, um eine richtige Schätzung der klimatischen Einflüsse auf marschierende Truppen zu ermöglichen. So sahen wir ja auch im Verhalten der Temperaturen einen deutlichen Unterschied zwischen der Küste und dem in Betracht kommenden Gebiete, indem es dort kühler und zugleich feuchter, im Manövergelände zwar wärmer aber dabei trockener war. Niederschläge erfolgten erst gegen Ende der Übungen am 24. und 25. August. Für das Manövergelände kommt jedoch nur jener des zweiten Tages in Betracht, da während der Nachmittagsstunden des 24. in der Umgebung von Benkovac (Wetterlage: NW_{5-6}, Ci_2, Cu_{7-8}, relat. F. 57 %) bloß einige Tropfen fielen, während an der Küste von Zara eine Regenmenge von 5·1 *mm* registriert wurde. Der nächste Tag brachte dann ein schweres Gewitter aus Südost, das sich über das ganze Operationsgebiet entlud und eine Niederschlagsmenge von 5·6 *mm* bewirkte. Rasch trockneten die durchnäßten Kleider unter den wärmenden Strahlen der wieder frei gewordenen Sonne.

---

[1] Weitere Erfahrungen in angedeuteter Richtung habe ich während meiner jüngst vergangenen Dienstzeit in Syrien und im nördlichen Mesopotamien (Sommer 1917) sammeln können. Trotz hoher Lufttemperatur und starker Strahlung sind infolge der zumeist niedrigen Luftfeuchtigkeit und der regelmäßigen Ventilation die klimatischen Bedingungen solche, daß — wie in der Breite von Ghaza — Fälle von Hitzschlag nicht zur Beobachtung gekommen sind; allerdings war die Mannschaft auch wesentlich leichter bekleidet. Auch der Europäer lernt, sich der beschränkten Trinkwasserversorgung anzupassen. Anders im nördlichen Mesopotamien, wo die Verhältnisse ungünstiger liegen. Ich hoffe noch in anderem Zusammenhange über meine bezüglichen Beobachtungen berichten zu können.

[2] Aus den Tagesmitteln aller vom 1. August bis 8. September in Zara bestimmten Werte ergibt sich des genaueren 73·7 %, wobei die Feuchtigkeit an mehreren Tagen, wie am 1., 10., 12., 17. August und 1. September auf 50 bis 48 % herabging.

4. Luftdruck und Luftbewegung.

Es erübrigt weiterhin, das Verhalten des Luftdruckes zu streifen, dessen Schwankungen früher ebenfalls ein wesentlicher Einfluß auf das physische Befinden zugeschrieben wurde. Gegenwärtig dürfen wir — von der Wirkung jener Druckdifferenzen abgesehen, wie sie unter bestimmten Umständen (Arbeit in Preßluft, Luftfahrt) im Körper entstehen — wohl annehmen, daß es nicht so sehr der Luftdruck als solcher, sondern die mit einem Wechsel desselben einhergehende Veränderung der anderen klimatologischen Faktoren ist, welche in dieser Richtung in Betracht kommt. Dabei scheint die besondere Kombination derselben, die gesamte Wetterlage, wichtiger zu sein als die Wirkung einzelner Komponenten. Nichtsdestoweniger kann das Hervortreten einer der Faktoren der Wetterlage hren besonderen Charakter verleihen und mag deren klimatischen Einfluß bestimmen. So wurde in neuerer Zeit namentlich auch die Radio-Aktivität der Atmosphäre, beziehungsweise die Ionisation und Leitfähigkeit der Luft in einen engeren Zusammenhang mit dem körperlichen Befinden gebracht, ohne daß sich hierüber bisher Präzises sagen läßt.[1] Nach den unleugbaren Wirkungen der Föhnluft, des Schirokko, wie sie gerade auch von unserer dalmatinischen Küste bekannt sind, darf angenommen werden, daß Schwankungen des elektrischen Zustandes in der Tat einen Eifluß auf das Nervensystem und damit auch auf andere vitale Funktionen nehmen. Steigen des Barometers, Hochdruck, wirken im allgemeinen günstig auf die Leistungsfähigkeit und die Gemütsstimmung, während Föhnwetter mit den Erscheinungen physischer Depression einhergeht. Insoferne nun Sinken des Barometers, beziehungsweise niederer Druck, von meist ausgesprochenen Veränderungen der atmosphärischen Elektrizität begleitet ist, liegt es nahe, die Beschwerden damit in Zusammenhang zu bringen.

So glaubte Grabley beweisen zu können, daß vor allem die induzierte Radioaktivität auf Körper negativen Potentiales die auslösende Ursache klimatischer Einflüsse bei disponierten Personen sei; der Gesunde reagiere erst bei bestimmter Konzentration der sphärischen Emanation, wie sie im Gebirge gegeben sein kann. Auch Saake hält den höheren Gehalt an Radiumemanation für einen wichtigen Faktor des Höhenklimas. Für eine innige Beziehung der Bergkrankheit zu den Schwankungen der Ionisation ist namentlich Knoche eingetreten. Nach Dorno scheint physisches Unbehagen an niederes Potentialgefälle und hohe Leitfähigkeit der Luft geknüpft zu sein; bei Föhn wäre ausgesprochene Wollkleidung zu vermeiden; häufiges Waschen könnte eine Erleichterung bezüglicher Beschwerden bringen, da hiedurch der Körper »entelektrisiert« würde. — Gegenüber der Meinung der genannten Autoren hat Ducceschi auf Grund reicher Erfahrungen in den argentinischen Anden betont, daß ein Zusammenhang dieser Art nicht aufrecht zu erhalten sei. Auch Trabert gelangte nach genauer Analyse der Erscheinungen bei Föhnwetter zu der Ansicht, daß der bekannte Einfluß auf den Organismus nicht so schwerwiegend sei, als jener anderer seelischer Momente, die mit der geistigen Tätigkeit des Menschen zusammenhängen. Im allgemeinen jedoch erwiesen sich Tiefdrucktage, das Heranrücken von Depressionen — die ja meist mit gesteigerter Ionisation einhergehen — ungünstiger auf das Befinden als hoher Barometerstand. — Abnahme des Druckes (wie bei Schirokko) fällt meist mit erhöhter Leitfähigkeit zusammen. Im Gebirge ist die positive Luftladung gewöhnlich größer als die negative; hohe Ionisation daselbst geht (H. Reichel u. a.) mit Wolken- und Nebelbildung in den Tälern einher, während bei Sinken der Temperatur und Steigen der Dampfspannung niedere Werte beobachtet werden. Als eine der Quellen der Ionisation kommt, abgesehen von der Emanation des Erdbodens, die Wirkung der ultravioletten Strahlung, beziehungsweise die photoelektrische Zerstreuung in Betracht. Daß Veränderungen des elektrischen Zustandes der Atmosphäre tatsächlich auf den Verlauf vitaler Funktionen

[1] Der erste, der nachdrücklich auf diese Beziehung hingewiesen hat, dürfte der österreichische Bergmann I. v. Russegger gewesen sein, der Ende der Dreißigerjahre des vergangenen Säkkulums die Savannen des oberen Sudan bereiste. Mit weitem Blicke sucht er bereits die während des Chamsines eintretenden Erscheinungen, wie Kopfschmerzen, Gereiztheit, Schwindel, auf die hohe elektrische Spannung der Atmosphäre zurückzuführen, von der er sich selbst durch Messung überzeugte. Die betreffende Abhandlung ist in der Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften, Bd. VI, p. 73 und 229, Wien 1840, erschienen.

von Einfluß sein könnten, dafür sprechen die Ergebnisse jener Versuche (Falta, Gudzent, Löwy, Maass, Plesch u. a.), welche über die Wirkung allerdings hoher Radioaktivität sowie der Röntgenstrahlen auf den Gas- und Stoffwechsel, den Blutdruck, die Vasomotoren vorliegen. Die bezüglichen Ausschläge sind im allgemeinen gering und nicht immer eindeutig; dennoch lassen sie über die Kausalität kaum einen Zweifel und gestatten demnach die Annahme einer möglichen Abhängigkeit des körperlichen Befindens von der (elektrischen) Wetterlage. Nicht unvermerkt sei in dieser Hinsicht, daß N. Zuntz gelegentlich seiner Studien am Monte Rosa (4560 *m*) bei erhöhter unipolarer Leitfähigkeit eine wenn auch nur mäßige Steigerung des Gaswechsels beobachtete.

Wie man sieht, ist hier noch vieles unsicher. In letzter Zeit ist nun durch W. Schmidt[1] ein neuer Gesichtspunkt eröffnet worden, indem er als Meteorologe die von ihm näher studierten Luftwogen mit den Symptomen bei Föhn in Beziehung zu bringen sucht. Durch Anwendung einer besonderen Methodik, des Variographen, gelang es Schmidt, Druckschwankungen aufzudecken, welche das gebräuchliche Barometer nicht zu registrieren vermag. Diese treten bei Veränderung der Wetterlage, insbesondere während der Entwicklung des Föhns, in verstärktem Maße auf, wobei Oszillationen beobachtet werden, welche in Rücksicht auf ihre Periode und Intensität genau analysiert wurden. Der über die kalte, im Tale lagernde Luft hinwegstreichende Föhn erzeugt an der Grenzfläche beider Wogen, die sich an der Talsohle als regelmäßige Druckwellen äußern. Starke Schwankungen gehen meist dem Föhnwetter voraus und werden desto häufiger und rascher, je mehr die Südströmung herabsteigt. Vor Durchbruch des Föhns erreichen die Wellen ihr Maximum, wobei sie Amplituden, extrem bis zu 4 *mm* Hg, aufweisen. Die Impulse folgen meist alle 3 bis 6 Minuten. Während der Föhn weht, sind die Oszillationen geringer, um bei Pausen sowie nach Beendigung desselben wieder anzusteigen. Die Wellenlängen liegen in der Größenordnung von Kilometern, die Schwingungsdauer wechselt zwischen 5 bis 12 Minuten, die Vertikalerhebungen der Kämme über die Ruhelage betragen 100 bis 150 *m*, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wogen entspricht meist der Hälfte der herrschenden Föhnströmung. Mit den Druckschwankungen und im kausalen Zusammenhange mit ihnen gehen regelmäßig auch jene thermischen Wellen einher, die schon früher (A. Defant u. a.) bekannt waren. Sie zeigen bezüglich ihrer Periode vielfach die gleiche Schwingungsdauer, wie die vom Variographen verzeichneten Oszillationen. Aber nicht nur bei ausgesprochenem Föhnwetter, sondern auch bei anderen atmosphärischen Störungen, wie Böen, waren Luftwogen oder den beschriebenen ähnliche Wellen nachzuweisen. Jede Ausbreitung, jedes Vorbeiziehen einer barometrischen Depression regt Verlagerungen der unteren Luftschichten an, und geht mit erhöhten Druckschwankungen einher. Hiedurch gewinnen die Befunde von Schmidt auch ein praktisches Interesse, da der Variograph berufen erscheint, der Wetterprognose zu dienen und diese sicherer zu gestalten, als es auf Grund des Barometers allein möglich ist. Im Hinblicke darauf schiene es schon dermalen wünschenswert, bezügliche Instrumente an klimatischen Stationen und Sportplätzen (Semmering, Kitzbüchel) aufzustellen, um Veränderungen der Wetterlage mit größerer Bestimmtheit voraussagen zu können.

Der Umstand, daß die sogenannte Föhnkrankheit[2] mit dem Auftreten der Druckwellen zusammenfällt, hat Schmidt veranlaßt, eine Kausalität beider anzunehmen, wobei er sich auf die

---

[1] Luftwogen im Gebirgstale; nach Variographenaufzeichnungen von Innsbruck; Sitzungsberichte d. k. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 122, Abt. II a, Mai 1913.

[2] Die Symptome derselben sind jenen ähnlich, welche man in den Tropen beim Wehen heißer, trockener Winde beobachtet. Wie kürzlich M. Bérillon (Gazette Médicale de Paris, Nr. 220, p. 333, 1913) betont hat, kommt die klimatische Wirkung namentlich in Schwankungen des Charakters, in einer »Abolition paroxystique du pouvoir de controle mentale« zum Ausdrucke. — Auch der Tropenkoller ist, wie Autor bemerkt, durch abnorm gesteigerte Reizbarkeit und physisches Unbehagen mit Neigung zur Gewalttätigkeit, Unverträglichkeit, Mißtrauen u. a. gekennzeichnet. Außer den klimatischen Einflüssen sind aber an diesem Symptomenkomplexe zweifellos auch Alkohol, Malaria, beteiligt. — Mit den körperlichen Sensationen bei Witterungswechsel, der Frage des sogenannten »Wetterfühlens«, hat sich namentlich M. Farkas beschäftigt und darüber zuletzt gelegentlich des VII. Kongresses der Balneologen Österreichs (Meran, 10. bis 13. Oktober 1913) berichtet. In neuerer Zeit hat sich ferner W. Hellpach (Die geophysikalischen Erscheinungen, Leipzig 1911) dieses Gebietes mit Erfolg angenommen.

schon von H. v. Ficker erwähnten Beobachtungen stützt, daß die bezüglichen Erscheinungen, wie allgemeines Unbehagen, gesteigerte »Nervosität«, Kopfschmerzen u. a. in vielen Fällen durchaus nicht gleichzeitig mit dem vollen Wehen des Windes, sondern meist vorher, zuweilen schon einige Tage vor dem endlichen Durchbruche des Föhnes eintreten, also zu einer Zeit, zu welcher bereits ausgesprochene Luftwogen bestehen. Da sich im Tale weder die Temperatur und Feuchtigkeit, noch der Luftdruck oder die Windverhältnisse in besonders auffallender Weise geändert haben, liegt es in der Tat nahe, einen Zusammenhang der Symptome mit den Druckwellen anzunehmen, wofür die weitere Beobachtung spricht, daß die Beschwerden nachlassen, wenn man sich um einige hundert Meter in die Höhe, in die warme, trockene Föhnströmung begibt, wo die Druckschwankungen fehlen. Ebenso wären örtliche Differenzen im Auftreten der Erscheinungen verständlich, da die Druckwellen ungleich verteilt sein können. — Nichtsdestoweniger erwachsen dieser Auffassung Schwierigkeiten, nachdem wir auf Grund vielfacher praktischer und experimenteller Erfahrungen wissen, daß selbst solche Druckschwankungen, welche die hier in Betracht kommenden Oszillationen wesentlich übersteigen, ohne nachweisbare Einwirkung auf den Organismus sind, vorausgesetzt allerdings, daß nicht der mittlere Druckwert an sich als aetiologischer Faktor, wie namentlich bei verdünnter Luft, Bedeutung beansprucht. Druckdifferenzen werden, wie zuerst P. Bert nachdrücklich betont hat, simultan ausgeglichen; sie sind ohne Einfluß auf den Blutdruck; die sogenannte »mechanische Theorie« kann als endgültig beseitigt gelten. Auch für die Respirationstätigkeit sind Druckdifferenzen, wie sie bei Föhn registriert wurden, praktisch ohne Belang, ebenso wenig können wohl bezügliche Volumschwankungen, wie sie bei raschem Wechsel des äußeren Druckes in den mehr oder minder abgeschlossenen Körperhöhlen (Darm, Mittelohr) entstehen müssen, auf den Allgemeinzustand, das Nervensystem von Einfluß sein. Fehlen doch auch, wenigstens bei der überwiegenden Mehrzahl der Menschen, entsprechende Symptome seitens jenes Organes, das, wie das Ohr, für Druckschwankungen besonders reaktionsfähig ist. Immerhin wären bei empfindlichen Personen, beziehungsweise bei Ohren, in denen wegen enger Tube oder aus anderen Ursachen Druckdifferenzen schwerer zum Ausgleiche kommen, bezügliche Einflüsse und durch Wirkung auf das Labyrinth Gefühle von Schwindel denkbar.

Die Druckwellen als solche können demnach nicht die Ursache der bekannten Symptome sein. Für den bestehenden Zusammenhang muß eine andere Ursache maßgebend sein, die in einem solchen Faktor zu suchen ist, der gleichzeitig mit den genannten Phänomenen einhergeht. In dieser Richtung wird man sonach doch wieder auf die bereits mehrfach diskutierte Bedeutung von Veränderungen der Luftelektrizität zurückgeführt. Durch die Befunde von Schmidt — den Nachweis rasch erfolgender Luftdruckschwankungen — ist gewissermaßen ein neues klimatisches Element aufgedeckt worden, dem man vom physiologischen Standpunkte aus erhöhte Beachtung zuwenden muß. Es schiene jedoch wichtig, nicht bloß nachzuweisen, inwieweit die Luftwogen — wie bereits Autor bemerkt — von lokalen und allgemeinen Bedingungen abhängig sind, sondern namentlich zu untersuchen, ob diese auch mit stärkeren Oszillationen des luftelektrischen Verhaltens, der Ionisation, einhergehen, bezüglich welcher ein Einfluß auf das Nervensystem, das körperliche Befinden, wohl kaum mehr in Abrede zu stellen ist.

Daß Luftwogen in der Tat von Schwankungen des elektrischen Zustandes begleitet sein dürften, wird kaum zu bezweifeln sein, nachdem solche für gröbere atmosphärische Störungen erwiesen sind. Im besonderen läßt sich erwarten, daß dies bei Föhn zutrifft, wobei die, zumeist stark ionisierte, Bergluft nach den Tälern hin abströmt. Ebenso geht Bora mit einer deutlichen Erhöhung der elektrischen Zerstreuung einher und bedingt häufig ausgesprochene Unipolarität, während u. a. starke Kondensation, wie Nebelbildung im Tale, die gleichsam Ionen abfängt, eine Verminderung der Leitfähigkeit herbeiführt.

Im Gegensatze zu früheren theoretischen Erwägungen wissen wir auch, daß der Ionengehalt der Atmosphäre mit zunehmender Meereserhebung nicht nur keine Verminderung, sondern sogar eine

auffallende Steigerung erkennen läßt, wie namentlich V. F. Hess für die Gammastrahlung, A. Flemming sowie H. Kohlhörster für die Radioaktivität nach Versuchen im Korbe des Luftballons gezeigt haben. Anscheinend wird letztere durch Vertikalströmungen in hohe Regionen emporgetragen; auch muß die verstärkte Ultraviolett-Strahlung der Sonne mit einer Abnahme des Potentialgefälles, beziehungsweise einer Steigerung der Ionisation einhergehen.[1] — Wir dürfen demnach wohl annehmen, daß, wenn Verschiebungen größerer Luftmassen stattfinden, die mit den beschriebenen Schwankungen des barometrischen Druckes, den Luftwogen, einhergehen, dieselben auch von elektrischen Oszillationen begleitet sein werden. In dieser Auffassung würde vielleicht eine befriedigende Beantwortung noch schwebender Fragen möglich sein. Dennoch sollen die Schwankungen der Luftelektrizität allein nicht überschätzt werden, nachdem gezeigt wurde, daß selbst hochionisierte Luft nur relativ wenig auf den Gaswechsel und das Nervensystem einwirkt. Vom Gebirge uud seinen besonderen Effekten (der Luftverdünnung, beziehungsweise verminderter Sauerstoffspannung) abgesehen, rufen Veränderungen der Temperatur und Feuchtigkeit, der Luftströmung, wie ja durch die Praxis bekannt und quantitativ erwiesen ist, ungleich stärkere Effekte hervor, gegenüber welchen Einflüsse der genannten Art verschwinden. Wenn aber Mehranforderungen an den Organismus gestellt, die vitalen Funktionen, wie beim Marsche im gesteigerten Maße in Anspruch genommen werden, dürften Veränderungen der Luftelektrizität immerhin als auslösender Faktor in Betracht kommen. Die infoige von Ermüdung oder partiellem Sauerstoffmangel verminderte Reflexerregbarkeit könnte unter dem Einflusse hoher Ionisation noch mehr herabgedrückt werden und demgemäß die Synergie jener Regulationsapparate leiden, die vom Organismus aktiviert werden müssen, um der Mehrleistung zu genügen. Erhöhter Ionengehalt würde somit die erschlaffende Wirkung warmer und gleichzeitig feuchter Luft steigern. Ich verweise auf die Bemerkungen, die ich hierüber bereits an anderer Stelle[2] gemacht habe. In jüngster Zeit möchte auch v. Heuss unter Berufung auf die von Zuntz am Monte Rosa beobachtete Steigerung des Gaswechsels (s. o.) die Symptome bei Föhn, im besonderen die dabei häufig auftretenden Schlafstörungen, mit der erhöhten Unipolarität der Luft in Beziehung bringen.

Obige Angaben sollten vor allem erkennen lassen, inwieweit die Registrierung der klimatischen Faktoren noch mangelhaft ist, um zu einer erschöpfenden Charakteristik und damit verwertbaren Beurteilung des Luftdruckes in seinem möglichen Einflusse auf den Organismus zu gelangen. — Die darüber sowie bezüglich der Windstärke und -richtung vorliegenden Daten der meteorologischen Station Zara reichen naturgemäß nicht aus, um zu den besprochenen Beziehungen Stellung zu nehmen. Dennoch mögen dieselben in Kürze vermerkt sein, um die Wetterlage während der Manöver auch in dieser Richtung wenigstens einigermaßen zu beleuchten.

Was zunächst das Verhalten des Luftdruckes rücksichtlich der einzelnen Tage anlangt, so schwankte derselbe in der Zeit vom 15. bis 26. August entsprechend dem mittleren Werte (reduc.) von 763·3 um max. 5·4 *mm*, beziehungsweise um max. 3 *mm* während der Manövertage (20. bis 26. August).[3] Die Termine (7^h a. m., 2^h p. m., 9^h p. m.) betreffend, ergaben sich in der Zeit vom 15. bis 26. August Differenzen des Druckes auf- und absteigend im Mittel von 1·3 *mm*. Die stärksten Schwankungen, 2·8 und 3·0 entfallen auf den 17., beziehungsweise 25. August, die beide (nach 1·3 + 1·5 und 2·3—0·7) ein Ansteigen des Druckes bedeuten. Die vorherrschende Windrichtung war während der Manöver an den ersten vier Tagen sowie während der Vormittagstunden des 25. SE (von einer mittleren Stärke 2), dann nach dem Gewitter sowie am 26. August NW (von annähernd der gleichen Stärke). Die Hitzschläge fallen auf den 21. und 23. August, lassen also weder einen

[1] Mit eingehenden Studien über die Gesetzmäßigkeit dieser Vorgänge, die Möglichkeit etwa extraterrestrischer Einflüsse, hat namentlich V. F. Hess begonnen; vergleiche u. a. dessen Aufsatz: Über einige physikalische Fragen, deren experimentelle Beobachtung durch Versuche im Freiballon wünschenswert wäre. Mitteilungen des k. k. ö. Aero-Club Nr. 7 bis 9, p. 5, 1915.

[2] Hygiene der Aëronautik und Aviatik, p. 166. — Wien, W. Braumüller. 1912.

[3] Während des ganzen Monates August wurden in Zara Schwankungen des Barometers von max. 6·8 *mm* beobachtet.

Zusammenhang mit dem Verhalten des Luftdruckes, noch mit der Windrichtung erkennen, da ja auch am 20. und 22. August SE-Wind, beziehungsweise schirokkales Wetter bestand. — Daß das Verhalten der thermischen Faktoren, also der Luft- und Strahlungstemperatur sowie der Dampfsättigung allein keine Erklärung in dieser Richtung gibt, ist schon gesagt worden und geht aus einem Blicke auf die Haupttabelle hervor; denn es war an allen Manövertagen sehr heiß (Rubner'sche Werte von 42 bis 47°) und gerade der 23. August, an welchem Hitzschläge vorkamen, war nicht durch eine besonders hohe, sondern vielmehr durch eine geringe mittlere Feuchtigkeit gekennzeichnet. Ungleich schwerer fällt hier ins Gewicht, daß an den beiden fraglichen Tagen starke Marschleistungen zu vollbringen und diese — Zemonico—Nadin, zirka 10 *km* mit Steigung, beziehungsweise Benkovac—Nadin mit mäßigem Gefälle, zirka 10·5 *km* — um die Mittagszeit bei mangelndem Wasserimporte zu bewältigen waren.

Die Manöver fielen mit Rücksicht auf die herrschende Luftströmung in eine schirokkale Periode, die bei steigender Temperatur zu einer Veränderung, einem Ausgleiche drängte, den das schwere mittägliche Frontgewitter am 25. brachte. Die mittlere Tagestemperatur sank gegenüber den Vortagen um 3° und es trat wieder nördliche, beziehungsweise nordwestliche Luftströmung in der ersten Augusthälfte ein. Im Hinblicke auf die Befunde von Schmidt wird man annehmen dürfen, daß die gesteigerte Dynamik der Luftmassen, die atmosphärischen Störungen, welche den Wetterumschlag bewirkten, ebenfalls zur Bildung von Luftwogen und dementsprechend gesteigerten Druckwellen Veranlassung gaben. Möglich, daß diese an den fraglichen Tagen, am 21. und 23., intensiver auftraten und insoferne für das körperliche Befinden in Betracht kamen, als damit nach der oben vertretenen Auffassung auch stärkere Schwankungen der Luftelektrizität, der Leitfähigkeit, einhergingen. Einflüsse dieser Art können aber immer nur akzidentelle, auslösende sein; sie treten weit gegenüber jenen zurück, welche, wie hohe Außentemperatur, große Luftfeuchtigkeit, wesentliche Mehranforderungen an den Organismus bei Arbeit stellen und störend auf die Wärmeregulation des marschierenden Soldaten einwirken.[1]

Die Luftbewegung, der Wind, ist in mehrfacher Richtung für das körperliche Befinden von Bedeutung, wobei die Einflüsse einerseits günstige sind, andererseits die Leistungsfähigkeit mindern; außerdem kann der Wind solche Bedingungen schaffen, die, wie Staub, Schneetreiben, besondere Störungen veranlassen.

Mäßiger (trockener) Wind wirkt vor allem fördernd auf die Wärmeregulation und ist namentlich dann wichtig, wenn die Kühlung des Körpers, wie bei schwülem Wetter, infolge hoher Außentemperatur und Luftfeuchtigkeit eine ungenügende wird. Die Transpiration, beziehungsweise Verdampfung kann jedoch nur eine nachhaltige sein, wenn sie an der Haut selbst und allmählich erfolgt. Starker Wind steigert zwar, wie u. a. Zuntz und Schumburg ausgeführt haben, die Verdampfung des bereits sezernierten Wassers; aber gerade durch die schnelle Verdunstung, den energischen Luftwechsel, auch

---

[1] Betreffend den möglichen Einfluß von Schwankungen des elektrischen Zustandes der Atmosphäre auf die Funktionen des Organismus seien hier noch die folgenden Angaben nachgetragen.

So hat schon im Jahre 1912 der französische Marinearzt M. Belile auf eine in mehrfacher Richtung interessante Schädigung der Augen sowie der Haut durch die Wirkung der elektrischen Wellen, beziehungsweise der Radiotelegraphie aufmerksam gemacht. Die Störungen, die er beobachtete, glichen jenen, wie sie durch elektrisches Bogenlicht bewirkt werden. Außer Exanthemen an den unbedeckten Hautstellen wie an den Händen und im Gesichte war wiederholt Tachykardie mit schmerzhaften Sensationen in der Herzgegend zu verzeichnen. Autor warf die Frage auf, ob das Überhandnehmen der Neurasthenie bei den Matrosen der Kriegsschiffe nicht zum Teile vielleicht auf die an Bord zunehmende Verwendung hochgespannter Elektrizität zu beziehen sei. — In einem Rundschreiben (Nürnberger Zeitung vom 29. Oktober 1913) hat ferner C. Abel-Musgrave an die Physiker und Physiologen die Anfrage gerichtet, ob die stetig anwachsende Benützung elektrischer Wellen — abgesehen von ihrem Einflusse auf das Klima und die Wetterlage — nicht mit möglicherweise erst in der Zukunft hervortretenden Schädigungen der organischen Welt und so insbesondere auch mit nachteiligen Einwirkungen auf den Menschen verbunden sei, so daß sich Schutzmaßregeln in größerem Maßstabe empfehlen würden. Wenn hinsichtlich der bisher erfolgten Antworten naturgemäß auch noch keine einheitliche Anschauung zum Ausdrucke kam, so verdienen die vorstehend angeregten Fragen schon wegen ihres praktischen Interesses weitere Beachtung.

in den innersten Schichten der Kleidung, wird bewirkt, daß eine kleinere Schweißmenge zur Abkühlung ausreicht und damit die weitere Funktion der Schweißdrüsen nachläßt. Ebenso befördert trockener Wind die Verdampfung, aber nur in beschränktem Maße die Schweißsekretion; bei geringer Feuchtigkeit sind zwar die Luftmassen in den Kleidern aufnahmsfähiger für den Wasserdampf, die Verdunstung des abgesonderten Schweißes erfolgt rascher, nahe der Hautoberfläche und kühlt darum den Körper viel wirksamer, so daß die Schweißsekretion ebenfalls abnimmt. Bei hoher Luftfeuchtigkeit können auf einem längeren Marsche noch mehrere 1000 *g* Schweiß verdunsten, falls sich das Wasser auf der Oberfläche der Kleider befindet. — Erhöhte Durchlüftung kommt aber nicht nur dem einzelnen Manne, sondern auch ganzen Truppenteilen namentlich dann zugute, wenn in engen Verbänden marchiert werden muß. Der Wind fördert hier gewissermaßen die Wärmeregulation im grossen und beseitigt die mit Wasserdampf, Kohlensäure und anderen Ausdünstungsprodukten geschwängerte Atmosphäre, welche die Truppen bei ruhiger Luft wie eine Aureole umlagert. Mäßiger Wind, kühlende Brisen, wirken als Atemreiz, begünstigen dadurch die Lungenventilation und den Gaswechsel. In diesem Sinne stellt künstliche Luftbewegung, wie Fächeln, auch eines der wichtigsten Mittel zur Kühlung des Körpers, beziehungsweise Behandlung des Hitzschlages dar. So hat schon A. Hiller (1885) gezeigt, daß sich die Körpertemperatur des nackten Menschen bei einer Windgeschwindigkeit von 3 bis 4 *sec/m*, wie man sie leicht durch Fächeln erzeugen kann, um mehrere Grade, beziehungsweise vom pathologischen Werte von 42 auf 37° abkühlen läßt. Die Wirkung wird umso günstiger sein, je größer die exponierte Hautfläche ist; der feuchte, schwitzende Körper wird entsprechend der Verdampfung des Wassers rascher entwärmt als der trockene, weshalb sich Besprengen empfiehlt.

Starker Wind, welcher der Marschrichtung entgegen weht, erleichtert wohl ebenfalls die Inspiration, erschwert aber die Exspiration, da diese gegen erhöhten Druck erfolgt; so entspricht beispielsweise einer Windstärke 5 = 12 *sec/m* ein Winddruck von 12·24 *kg* auf 1 m^2. Bei heftigen Luftströmungen, bei Böen, kann auch die Einatmung, und zwar schon insoferne eine Störung erfahren, als die Nasenflügel dem Septum genähert werden. — Nicht unvermerkt sei, daß der Druck (normal zirka 3 *mm* Hg), die Geschwindigkeit des exspiratorischen Luftstromes am Marsche, noch nicht studiert worden sind. Es schiene wünschenswert, bezügliche Messungen bei gleichzeitig registrierter Windstärke anzustellen wozu sich u. a. das von W. A. Aikin angegebene Instrument empfehlen könnte. Wir beabsichtigten damit gelegentlich selbst Untersuchungen beim Marsche im Gebirge (im Flugzeuge) auszuführen, wobei auch der Einfluß geprüft werden sollte, den die verschiedene Art der Bepackung (Rucksack oder Tornister, Tragen des Gewehres) auf die Arbeit der Respirationsmuskeln, die Atemmechanik nimmt.[1]

Auf den Erhaltungsumsatz des ruhenden Körpers wirkt Wind (A. Durig u. a.) im allgemeinen nur dann steigernd, wenn er mit Abkühlung einhergeht; Muskelzittern erhöht ja den Sauerstoffverbrauch. Daß der Marsch bei starkem Gegenwinde vermehrte Anforderungen an den Stoffwechsel stellt, um den erhöhten Luftwiderstand zu überwinden, bedarf keiner Betonung. Der dazu notwendige Kraftaufwand kann gegebenen Falles ein sehr beträchtlicher sein, ohne daß hierüber durchschnittliche Werte vorliegen. Die bezügliche Mehrleistung wird man umso höher zu veranschlagen haben, wenn die Beschaffenheit des Weges gleichzeitig eine ungünstige ist, so daß die Marscharbeit steigt. Man versteht, daß das letztgenannte Moment gegenüber dem mechanischen Einflusse mäßiger Luftströmungen weitaus überwiegt; länger dauernder Kampf mit heftigen Winden, mit Böen, wirkt aber an sich erschöpfend, namentlich dann, wenn die Luft extrem temperiert oder, wie durch Staub, Schnee verunreinigt ist. Ersterer schädigt noch in besonderer Weise die Respirationstätigkeit, indem er im reflektorischen Wege zu Bronchospasmus und damit Verkleinerung der Vitalkapazität Veranlassung

[1] Erschwerend in dieser Richtung wirkt auch der Karabiner des Kavalleristen, der schräg über die Brust umgeschnallt wird. Wir wollten damals Veranlassung nehmen, diesen Effekt zahlenmäßig festzustellen, was leider durch den Krieg verhindert worden ist. — Bei feldmäßiger Ausrüstung kann die Vitalkapazität nach Märschen um 300 bis 500 Kubikzentimenter abnehmen. Unzweckmäßige Belastung (Packung) steigert übrigens auch die Körpertemperatur.

gibt. Ist dieser Vorgang nun auch als eine der Schutzvorrichtungen des Organismus gegen das Eindringen von Fremdkörpern, beziehungsweise von staubförmigen Teilchen in die Luftwege anzusehen,[1] so wirkt die Kontraktion der Bronchiolen, wenn sie große Partien der Lunge betrifft, ungünstig aul die Ventilation und die Atemarbeit. »Man begreift,« schreibt Zuntz in Rücksicht auf die von Francois-Franck, Einthoven u. a. studierten Reflexe, »warum wir in einer reinen Atmosphäre so leicht unsere Brust dehnen können, während andererseits, wenn die Luft durch Staub, durch Beimengung gewisser Gase sowie wegen ihrer Temperatur reizend auf die Nasenschleimhaut wirkt, Oppression eintritt«. — Auch den Augen wird der staubige Wind der Kalkstraßen nachteilig und bedingt eine gesteigerte Innervation der Lider. Inwieweit durch den Staub die Licht- und Wärmestrahlung beeinflußt, beziehungsweise gemildert wird, ist noch nicht untersucht worden. Auch dieser Frage wäre noch experimentell näher zu treten. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß das direkte Licht eine Schwächung erfahren muß; wie sich das diffuse, auch rücksichtlich seiner Aktinität verhält, läßt sich nicht ohne weiteres voraussagen. Jedenfalls wird der bereits als Schichte auf der Haut niedergeschlagene Staub die Reflexion steigern und dadurch die Intensität der Strahlenwirkung verringern.

Wie bemerkt, herrschte während der Zeit vom 15. bis 26. August, beziehungsweise während der Manöver eine nur mäßige Luftströmung (von einer mittleren Stärke 2, entsprechend 4 *sec/m*), gerade geeignet, die Wärmeregulation am Marsche durch erhöhte Ventilation und Verdampfung in zweckentsprechender Weise zu fördern. Dabei war auch die relative Feuchtigkeit im Durchschnitte eine solche, die als günstig anzusehen ist. Sie betrug nach den Tagesmitteln aus Maximum-Minimum im Gelände rund 60 %, an der Küste 67 %, und zwar sowohl beim Vorherrschen südöstlicher Luftströmungen, wie während der Manöver, als auch beim Bestehen nordwestlicher Winde, wie in der Vorperiode und nach den Übungen. Ebenso zeigen die bezüglichen Mittel aus den Terminablesungen, 69%, 66%, 67%, die Konstanz eines relativ trockenen Wetters an. Unangenehm schwül war es nur am Abende des 22. August in Benkovac bei einer Bewölkung von Cu_5 sowie am Morgen des 25. August vor dem Gewitter bei umzogenem Firmamente. Die Extreme betrugen in der Zeit vom 15. bis 31. August für Zara 42% und 85%, nach unseren Bestimmungen während der Manövertage 32% und 80%; sie differierten mithin um rund 45 %. Die größte mittlere Luftfeuchtigkeit fiel auf den 25. August, den Tag mit dem schweren Gewitter, an welchem sie sich nach dem Durchschnitte der Termine für Zara auf 77%, nach dem Mittel aus Maximum und Minimum für den gleichen Ort auf 75% und nach unseren eigenen Beobachtungen im Gelände auf 67%, also etwas niederer stellte. Die Dampfsättigung war nämlich daselbst nach der Aufheiterung auf 53% (um zirka 3^h p. m.) gesunken, um erst nach Sonnenuntergang gegen 80% anzusteigen. — Nur vorübergehend, wie am 17. August um die Mittagszeit, am 24. während der Nachmittagsstunden, wehte stärkerer und dabei trockener Wind (NW) wobei Intensitäten von 4·5 bis 6·5 (entsprechend 45 *sec/m*) notiert wurden. Am 25., dem Gewittertage, machten sich in den Morgenstunden bei hoher Luftfeuchtigkeit Böen aus WSW geltend, deren Stöße die Windstärke 6 erreichten.

Bekanntlich führt die Sonnenstrahlung namentlich um die Mittagszeit zu einer starken Erwärmung des Bodens und gibt dadurch zur Bildung lokaler Vertikalströmungen Veranlassung. Wiederholt konnten wir während des Marsches Staubwolken von der Straße sich erheben sehen, wie sie durch solche aufsteigende Luftwirbel bewirkt werden; wechselnde Sonnenbedeckung ist bezüglichen Vorgängen günstig. Doch abgesehen von der Luftströmung wird auf trockenem Terrain schon durch den Marsch an sich Staub entwickelt, welcher die Kolonnen selbst bei windstillem Wetter umhüllt und diese oft auf weite Distanzen kenntlich macht. Der die Respirationsluft erfüllende Staub steigert — um nochmals darauf zurückzukommen — die Atemarbeit, reizt die Schleimhaut der Nase, der Bronchien,

[1] Infolge der durch den Bronchialkrampf bewirkten Verengerung dürften kleine Staubteilchen auch leichter an der die Wand überziehenden Schleimhaut haften, von wo sie durch die Flimmerbewegung mit dem durch den Reiz vermehrten Sekrete nach außen befördert werden.

der Augen, so daß der Marsch auf einer ebenen Kalkstraße anstrengender sein kann als die Fortbewegung bei mäßiger Steigung auf staubfreien Wegen. Konjunktivitis bildet demgemäß eine der häufigsten Klagen, namentlich bei Reservisten, ebenso stellen sich Heiserkeit und Katarrhe der oberen Luftwege ein. Der auf die Haut sich lagernde Staub beeinträchtigt auch die Verdampfung des Schweißes und behindert die Transpiration durch die Kleiderstoffe.

Während der Nächte in den Freilagern, wie bei Zemonico inferiore (S. Katerina), bei Polešnik war es fast windstill, so daß die relativ niedere Lufttemperatur, rund 20·5°, gegenüber zirka 31° um die Mittagszeit, nicht als Kälte empfunden wurde, sondern behaglich war. Erkrankungen, Bronchitis, Pneumonie, wie sie sonst auf ein nächtliches Erkältungsmoment bezogen werden können, kamen bei der Brigade nicht vor. Verfasser selbst litt jedoch an einer ausgesprochenen Laryngo-Tracheitis mit Fieberbewegung am 23. und 24. August. — Wohl infolge starker Ausstrahlung von der Erde bei klarem Himmel wurde am Morgen des 24. August Tau am Plateau von Ljubičice beobachtet. Wir hatten kein Maximum-Minimum-Thermometer mit, wodurch sich die Temperatur während der Nacht, beziehungsweise der Freilager, noch näher hätte beurteilen lassen.

Im Gegensatze zu den milden Nächten im Manövergelände machte sich das Absinken der Temperatur gelegentlich der am 31. August und am 1. September unternommenen Fahrt von Sinj nach Livno (vergleiche Tabelle) umso fühlbarer, als wir uns in den Vorwochen an das warme Klima gewöhnt hatten. So fror ich bei Überschreitung der Paßhöhe von Han Vaganj (zirka 1200 *m*) empfindlich, als die Temperatur in der Zeit zwischen 6 und 7^h p. m. auf 15°. am 31. August, beziehungsweise auf 12° am 1. September gesunken war und beidemal Nordwind herrschte. Die bezüglichen Beobachtungen zeigen auch deutlich die Abnahme der Temperatur mit steigender Meereserhebung, indem sich für die genannte Zeit im Meeresniveau eine Temperatur im Mittel von 28° ergab. Am Abende des 31. August war der Himmel größtenteils bedeckt, am Abende des 1. September klar. Gegenüber den damals auf der Paßhöhe notierten 12° verzeichneten wir in Sinj um Mitternacht 19° bei ruhiger Luft.

Es dürfte nicht unangebracht sein, unsere Beobachtungen noch in anderer Richtung zu besprechen, indem wir sie mit den meteorologischen Bedingungen vergleichen, die während des Sommers jenseits der Alpen, beziehungsweise in Wien bestanden.[1] Wiederholt hört man ja die Fragen: Wie groß ist denn die Hitze in Dalmatien? Kann man es daselbst im Juli oder August aushalten? u. a., so daß bezügliche Daten umsomehr Interesse beanspruchen können, als der Sommer des Jahres 1911 bekanntlich ein selten warmer und trockener war.

Im besonderen dauerte die »Hitzeperiode« (Hochdruck und Trockenheit der Atmosphäre) vom 18. Juli mit kleinen Unterbrechungen bis Ende August; sie umfaßt also noch die Zeit, während welcher wir in Dalmatien eingerückt waren, wenn auch die maximalen Temperaturen schon in den Juli, also vor die Periode der Landungsmanöver fallen. Was diesen ersten Abschnitt der »Hitzwelle« im Juli betrifft, so wurden am 26. d. M. 2^h p. m. als höchste Temperatur während der Termine 30·8°, als Tagesmittel 26·9° festgestellt, wovon der letztgenannte Wert um 6·7° das 125jährige Mittel übertrifft; der entsprechende Wert der relativen Feuchtigkeit betrug 57%; als absolutes Monatsmaximum der Lufttemperatur ergaben sich 31·2° am 28. Juli. Die höchste Strahlungstemperatur in Wien war 58·3°.[2] Wie man sieht, erhebt sich keines der Wiener Maxima über die von uns während der Augustperiode in Dalmatien beobachteten Werte; wir fanden ja (s. o.) Lufttemperaturen bis zu 35° und Strahlungsgrößen bis zu 65°.

Näher interessiert uns hier der Vergleich mit den während der zweiten Hälfte August in Wien beobachteten Verhältnissen. Für die Zeit vom 15. bis 26. August, den Ritt der II. Eskadron der B. D.

---

[1] Die bezüglichen Daten sind dem Anzeiger der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien für 1911 entnommen.

[2] Das entsprechende Monatsmittel des Juli betrug 21·2°.

L. S. von Sinj nach Zara sowie die Landungsmanöver daselbst betreffend, ergeben sich als Tagesmittel der Lufttemperatur 20·2°, der Strahlungstemperatur 50·3° und der relativen Feuchtigkeit 65%[1]. Die höchste Temperatur während der Termine fällt auf den 20. August mit 28·5°; an diesem Tage wurde auch die größte Trockenheit im Monat, dem Werte von 24% relativer Feuchtigkeit entsprechend, beobachtet. Für Zara lauten, die gleiche Periode betreffend, die korrespondierenden Werte (nach den amtlichen Daten) wie folgt: Tagesmittel der Lufttemperatur: 24·4°, der relativen Feuchtigkeit: 66·1%; die höchste Temperatur während der entsprechenden Termine fällt auf den 23. August mit 29·8°, die größte Trockenheit jedoch mit 42·0% auf den 17. August bei einer mittleren Bewölkung von 5·6. In Wien waren somit auch im August die Luftwärme geringer als an der Seeküste von Zara,[2] die Feuchtigkeit, von den Extremen abgesehen, annähernd gleich.

Zur weiteren Beurteilung der Relationen während der Landungsmanöver haben wir in der folgenden Tabelle noch die Maxima der Lufttemperatur, Strahlung und Feuchtigkeit für das Manövergelände, Zara und Wien zusammengestellt, wenn auch die betreffenden Daten nicht vollkommen gleichwertig sind. Während sich nämlich die entsprechenden Größen der Lufttemperatur auf die Angaben des Maximalthermometers, jene der Sonnenstrahlung sowie der Feuchtigkeit auf die regelmäßig vorgenommenen (dreimaligen oder 24stündlichen) Terminablesungen an den genannten Orten beziehen, stellen unsere Werte die Maxima aus Beobachtungen dar, die zu verschiedenen Zeiten und in ungleicher Zahl gewonnen wurden. Immerhin aber dürfen unsere Maxima mit Rücksicht darauf, daß von der Mittagszeit stets mehrere Beobachtungen vorliegen, kaum wesentlich von dem wahren Verhalten abweichen und dadurch mit den Werten von Zara und Wien vergleichbar sein. Wo die Zahl der Beobachtungen eine ungenügende war, ist dies durch * vermerkt, beziehungsweise der betreffende Wert nicht in das Mittel einbezogen worden.

Datum August 1911	Maxima der Lufttemperatur in Celsiusgraden			Maxima der Strahlungstemperatur in Celsiusgraden		Rubnersche Zahl		Maxima und Minima der relativen Feuchtigkeit in Prozenten		
	Manövergelände	Zara	Wien	Manövergelände	Wien	Manövergelände	Wien	Manövergelände	Zara	Wien
20.	28·0	29·4	28·5	*	55·6	—	42·1	76—62	79—62	97—24
21.	30·5	29·8	27·2	55·0	56·2	42·8	41·7	70—59	75—64	95—51
22.	31·0	30·6	27·6	52·0	56·7	41·5	42·2	61—35	65—50	90—44
23.	35·0	31·4	28·0	58·0	52·8	46·5	40·4	62—32	67—49	95—40
24.	34·0	29·2	24·4	53·0	53·8	43·5	39·1	65—57	67—61	95—60
25.	25·7*	27·8	22·8	52·0	47·7	38·9	35·3	80—53	83—66	98—56
26.	28·1	29·0	23·0	51·5	50·3	40·8	36·7	73—58	84—58	95—61
Mittel	33·1	29·5	25·9	53·6	53·2	42·3	39·6	60·0	66·7	72·1

Betrachtet man die Mittel der Maxima in unserer Tabelle, so ergibt sich, daß die Lufttemperatur im Manövergelände um rund 7° höher, die Atmosphäre daselbst um rund 12% trockener war als in Wien. Hinsichtlich der kalorischen Strahlung zeigte sich keine wesentliche Differenz. Zu berücksichtigen ist hiebei allerdings, daß die im Manövergelände beobachteten Maxima nicht immer bei vollkommen freier Sonne und klarem Himmel bestimmt werden konnten. Zumeist war dieselbe, wie

[1] Die entsprechenden Mittel für den ganzen Monat (Wien) lauten: 20·8°, 52·5° und 64%.

[2] Die Tagesblätter meldeten damals für Wien in der Zeit vom 22. bis 24. August Schattentemperaturen bis zu 32° C.

namentlich am 23. August zur Zeit der entsprechenden Messung getrübt oder es bestanden Wolkennetze in der Umgebung der Sonne; nur das am 24. erhobene Maximum wurde bei S_4 festgestellt. — Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß auch die Maxima im Manövergelände ein höheres Niveau als in Wien erreicht haben würden, wenn die bezüglichen Beobachtungen stets zur Zeit freier Sonne hätten angestellt werden können und der HImmel, wie während unseres Aufenthaltes in Sinj, unbedeckt gewesen wäre. Werte von 60° und darüber, wie wir sie dort fanden, dürften jedoch kaum bestanden haben, da die Bewölkung auch um die Mittagszeit — vergleiche den 21., 22. und 23. August — meist eine ausgiebige war; nur am 20., weniger am 24. sowie namentlich am 25. nach dem Gewitter waren die Bedingungen in dieser Richtung günstiger.

In praktischer Beziehung hatte die, wie schon bemerkt, wiederholt stärkere Bewölkung, welche zeitweise auch die Sonne betraf, ihr Gutes, indem sie die Heizwirkung dieser sowie die Rückstrahlung vom Boden milderte, was für die marschierenden Truppen von Vorteil war. Immerhin aber stellen sich die Maxima der Rubnerschen Werte — im Mittel rund 42° — wie sie sich gelegentlich im Manövergelände realisiert fanden, hoch genug, um erkennen zu lassen, daß die Wärmezufuhr von außen vorübergehend eine beträchtliche war. Auch am Ritte der II. Eskadron von Sinj nach Zara vom 9. bis 12. August hatten wir nur zeitweise unter den Strahlen der Sonne zu leiden; wiederholt blieb dieselbe auf Stunden hinter mächtigen Wolkenmassen verborgen.

Der mittlere Grad der Bewölkung der in Betracht kommenden Tage für Zara war 3 (min. 1·6, max. 5·6); für Wien 7^{0-1}. Die Sonnenscheindauer betrug in der Zeit vom 20.—26. August im Mittel 7·5 (max. 11) Stunden, wobei der 25. die größte Bedeckung aufwies; an diesem Tage wurde daselbst als Maximum der Strahlungstemperatur auch nur 47·7° beobachtet.

Was die Luftbewegung in Wien anlangt, so war die mittlere Windstärke etwas größer als durchschnittlich im Manövergelände. Sie betrug für die Zeit vom 20. bis 26. August rund 3 bis 4 der Beaufortschen Skala, also etwa 7·5 *sec/m* (27 *km/St*). Die Windrichtung war im allgemeinen NNW, nur am 21. bestand ESE von annähernd der gleichen Stärke. Auch mit Rücksicht auf diesen Faktor waren mithin die Bedingungen günstiger als in Dalmatien.

5. Belichtung.

Wir gelangen nunmehr zum Verhalten der Lichtintensität, die als klimatischer Faktor noch wenig berücksichtigt wurde. Erst in letzterer Zeit, im Zusammenhange mit den Studien der Heliotherapie, fängt man an, der Belichtung im Freien nähere Aufmerksamkeit zu schenken. In seiner Bedeutung für den marschierenden Soldaten ist das Licht noch nicht gewürdigt worden; Daten, die während des Marsches gesammelt wurden, fehlen bisher. Die Kenntnis der Licht- ergänzt jene der Wärmestrahlung. Im allgemeinen gehen beide parallel, sie werden in ihrer Wirkung durch gleiche Faktoren, wie Sonnenstand, Druck, Feuchtigkeit, Trübung der Atmosphäre, Bewölkung, jedoch in verschiedenem Grade beeinflußt. — Die Intensität des kurzwelligen Lichtes erreicht ihren größten täglichen Wert um oder gegen 12^h, also noch vor jener der kalorischen Strahlung. Was die Wetterlage und Jahreszeit anlangt, so erfährt die Licht- ebenso wie die Wärmestrahlung im Sommer die geringste, im Winter die größte Abschwächung.

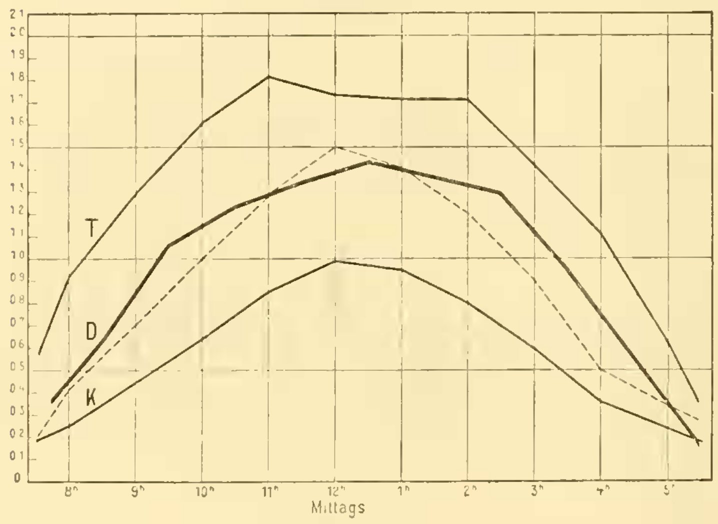
Die Messung der Lichtintensität wurde, wie schon einleitend bemerkt, mit Hilfe der chemisch subjektiven Methode, das heißt Verwendung von Chlorsilberpapier nach Bunsen-Eder ausgeführt. Wenn dieses Verfahren auch den Anforderungen der modernen Lichtmessung nicht mehr voll genügt, indem wir gegenwärtig den Schwerpunkt auf absolute Bestimmungen legen müssen, so gestattet dasselbe nichtsdestoweniger, Relationen zu ermitteln, die für die Beurteilung der Intensität der Lichtstrahlung an verschiedenen Orten wertvoll sind und innerhalb gewisser Grenzen auch einen Rückschluß auf die

Energetik der Strahlung ermöglichen. Eine andere Methode der Lichtmessung kam übrigens unter den gegebenen Umständen nicht in Frage.

In Fig. 5 gebe ich zunächst eine Kurve (*D*) des täglichen Ganges der Gesamtlichtintensität (*Ig*), die nach den in der Zeit vom 7. August bis 2. September gemachten Beobachtungen konstruiert wurde. Wir verzichten auf eine gesonderte Darstellung des direkten (*Is*) und diffusen Lichtes (*Id*), indem dies hier zu weit führen würde. Zur Entwicklung der Kurve *D* wurden nur die Mittel aus solchen Werten benützt, welche bei freier Sonne (S_4) bestimmt worden waren; der übrigen Wetterlage entsprechend, vereinigt sie Intensitäten bei sonst bedecktem und bei vollkommen heiterem Himmel. Wenn auch in dieser Darstellung für die einzelnen Stunden nicht immer die gleiche Zahl von Daten verwendet werden konnte, so ergab sich bezüglich der hohen Sonnenstände eine so gute Übereinstimmung der gemessenen Werte, beziehungsweise eine solche Konstanz in der Größenordnung derselben, daß die Kurve in der Tat eine richtige Darstellung des Ganges der Lichtintensität an einem August-»Sonnnentage« in Dalmatien bilden dürfte.

Wie man sieht, bewegt sich die Intensität des Gesamtlichtes in der Zeit von 11^h vormittags bis 3^h nachmittags annähernd um den Wert von 1·2 B. E., um während der Mittagsstunden entsprechend einer Sonnenhöhe von 55 bis 63° die Größe von 1·3 zu überschreiten. Wiederholt wurden, und zwar sowohl bei vollkommen heiterem Himmel als auch bei Bewölkung Werte über 1·4 beobachtet. Wenn auch der Gang der Lichtstrahlung in gesetzmäßiger Weise vom Sonnenstande, beziehungsweise der Zenithdistanz sowie von der Seehöhe abhängig ist, so bedingt es der jeweilige Zustand der Atmosphäre, daß die zu einzelnen Tagesstunden bestimmten Größen wesentlich von einander differieren können. Abgesehen von dem Feuchtigkeitsgehalte, der Temperatur und gröberer Trübung der Luftsäule, wie sie insbesondere die unteren Schichten betreffen, kommen (vertikale) Luftströmungen, thermische Oszillationen mit Schlierenbildung der Atmosphäre im Bereiche der oberen Schichten in Betracht, welche die Strahlungsgrößen trotz anscheinend gleicher meteorologischer Bedingungen beeinflussen. Auch in unseren Messungen finden sich demgemäß deutliche Abweichungen. So wurden, um einige Beispiele anzuführen, (bei freier Sonne) in der Zeit von 8 bis 9^h a. m. 0·44 und 0·67, um 10^h a. m. 1·31 und 1·48, um 11^h a. m. 1·19 und 1·49, um 12^h mittags 1·30 und 1·45, um 2^h p. m. 1·30 und 1·46 gemessen. Manche der Differenzen lassen sich ausreichend durch Berücksichtigung der übrigen meteorologischen Faktoren erklären, während andere, wie bemerkt, mit Vorgängen in der oberen Atmosphäre zusammenhängen, die sich der Beobachtung an der Erdoberfläche entziehen. In dieser Richtung darf wohl, um noch einige Daten herauszugreifen, angenommen werden, daß der abnorm niedere Wert von 0·63, wie er am 21. August 10^h a. m. bestimmt wurde, mit dem herrschenden Südwinde, der höheren Feuchtigkeit zusammenhängt, während der Wert 1·48 vom 24. August zu gleicher Stunde bei nördlicher Luftströmung und größerer Trockenheit bestimmt wurde. Daß wir in einem anderen Falle um 11^h 30' a. m. bloß einen Wert von 1·05 fanden, während die Intensität um diese Zeit im Mittel 1·30 betrug, hängt damit zusammen, daß die Sonne von einem Dunstkreise umgeben war. Der abnorm große Wert von 1·57, der am 24. August bei noch niederem Sonnenstande, um 9^h a. m., beobachtet wurde, erscheint aus den übrigen Daten nur insoferne verständlich, als damals die Luft auffallend rein und die Sonnenscheibe (mit dem Rotglase beobachtet) besonders scharf begrenzt war. Klar liegt dagegen die Deutung für den am 25. August mittags bei einer Zenithdistanz von 33° 04' beobachteten Wert von 1·99, aus welchem, wie mit der Beweiskraft eines

Fig. 5.



Experimentes zugleich der Einfluß hervorgeht, den ein ausgiebiger Regen auf die Reinigung der (staub-erfüllten) Luftsäule und dadurch auf die Belichtung nimmt. Ein schweres Frontgewitter,[1] vom Süden anrückend, hatte sich in der Zeit von 7 bis 8^h a. m. entladen und nach erfolgter Aufheiterung mit einem Temperaturabfalle von zirka 6°, leuchtete die Sonne in neuem Glanze in die erquickte Landschaft. Die Lichtintensität, welche im Mittel unserer Beobachtungen zu dieser Zeit sonst zirka 1·4 betrug, schnellte um 42 %, beziehungsweise auf einen Wert hinauf, wie er im allgemeinen der Hochregion zukommt. Man darf wohl annehmen, daß nach dem Abziehen der Wolken die unteren Schichten der Atmosphäre gereinigt waren, die Luftsäule ein gleichmäßiges Gefüge angenommen hatte, wodurch die kurzwellige Strahlung — wie sie ja vornehmlich durch die benützte Methode gemessen wird — ungehindert passieren konnte. Die Feuchtigkeit mag zur Zeit, als die Lichtintensität festgestellt wurde, zirka 52 % betragen haben. — Als Maxima unserer Messungen seien nochmals die Werte von 1·49 am 24. und 31. August um 11^h (bei 54° 40'), beziehungsweise um 11^h 30' (bei 53° 07' Sonnenhöhe) a. m. angeführt. Beidemale fehlte jegliche Bewölkung; doch können, wie schon bemerkt, gleiche Werte auch bei bedecktem Himmel vorkommen. Das Maßgebende für die Größe des gesamten (*Ig*) sowie des direkten Lichtes (*Is*) und der kalorischen Strahlung ist möglichst klarer Sonnenschein; der Grad der Bewölkung ist vorwiegend für die Intensität der diffusen Strahlung (*Id*) des »Luftlichtes« entscheidend.

Um einen Begriff von der Größenordnung der Gesamtlichtintensität, wie wir sie in Dalmatien beobachtet haben, zu geben, dürfte ein Vergleich mit der Belichtung anderer geographischer Lagen zweckmäßig sein.

In dieser Richtung habe ich zunächst in Fig. 5 jene Kurve »*T*« eingetragen, welche den Gang der Lichtintensität unter den so besonders günstigen Bedingungen der Cañadas (2200 *m*) des Pik de Teyde auf Teneriffa darstellt.[2] Entsprechend dem Umstande, daß die Lichtintensität für eine Erhebung von je 1000 *m* um zirka 0·2 B. E. zunimmt, sehen wir das Niveau der Kurve stark über die Linie »*D*« hinaufgerückt.[3] Schon im Monate April überschreitet daselbst die Lichtintensität der Mittagsstunden regelmäßig den Wert von 1·5, um gelegentlich Maxima von 2·0 und darüber zu erreichen; mehrfach konnte eine Relation von direktem zu diffusem Lichte, *Is* : *Id*, von mehr als 6 festgestellt werden. Infolge der dünneren Atmosphäre ist ja in solchen Höhen — worauf ich hier nicht näher eingehen kann — die Hauptmenge der wirksamen Strahlung direktes Sonnenlicht, die Intensität des diffusen liegt tief unter den entsprechenden Werten.

Die auf Teneriffa bezügliche Kurve »*T*« läßt auch deutlich die sogenannte Mittagsdepression des (kurzwelligen) Lichtes erkennen — eine Erscheinung, die, auch für die langwellige Strahlung, ihrem Wesen nach noch nicht vollständig aufgeklärt ist. In unserer auf Dalmatien bezüglichen Kurve kommt dieselbe nicht zum Ausdrucke, wohl dadurch, daß hier ja Werte vereinigt sind, die zwar bei freier Sonne aber verschiedener Bewölkung bestimmt wurden, während auf den Cañadas stets klarer Himmel herrscht, so daß bezügliche Phänomene ungestört zur Geltung kommen. — Das Maximum unserer Kurve fällt, ebenso wie jenes des Strahlungsthermometers, auf die Zeit von 12^h 30' p. m., also etwas später, als dies (cf. oben) im allgemeinen der Fall ist.

Wie sehr auch der Zustand der hohen Atmosphärenschichten für die Größe der Strahlung, die Lichtintensität maßgebend ist, zeigt insbesondere der Einfluß jener Staub- (Aschen-) Wolken in 10 bis 12 *km* Höhe, welche, ähnlich der Krakatau-katastrophe, dem Ausbruche des Katmai auf Alaska ihre Entstehung verdanken und in ihrer Wirkung zum Teile noch jetzt bemerkbar sind. I. Maurer und C. Dorno haben vor vier Jahren das bezügliche Material, die geographische Verbreitung der

---

[1] Leider war es uns nicht möglich, den selten schönen Aufbau der heranrückenden Wolkenbarre und den weiteren Entwicklungsgang des interessanten Phänomenes im Wege der Photographie festzuhalten.

[2] Bericht der IX. Internationalen Tuberkulosekonferenz, p. 371, Brüssel 1910.

[3] Nach S. Bang (Kommissionsbericht der Internationalen Vereinigung gegen die Tuberkulose, Berlin 1912) kann, wie hier nur nebenbei bemerkt sei, die Zunahme der Intensität der biologisch wirksamen Strahlen — entsprechend dem Bezirke $\lambda = 360$ bis 340 μμ, beziehungsweise 300 bis 292 μμ — innerhalb des Niveaus von 2000—3000 *m* unter günstigen Umständen (Sommer) gelegentlich 30 % betragen.

atmosphärisch-optischen Störung des Jahres 1912/13 zusammengestellt, die sowohl in einer Depression der aktionometrischen Werte, in Veränderungen der Polarisation, wie auch im Verhalten der Luftelektrizität — gesteigertes Potentialgefälle, verringerte Leitfähigkeit — zum Ausdrucke kommt. Für Davos sind die bezüglichen Beobachtungen von C. Dorno ausgeführt worden, die, was die kalorische Intensität der Sonnenstrahlung betrifft, Abweichungen im Mittel von 4·3% sowie eine deutliche Verkleinerung des Quotienten Is : Id ergaben. Die Abstände des Aragopunktes vom Gegenpunkte der Sonne waren größer, jene des Babinetpunktes kleiner als unter normalen Bedingungen.[1] — Dem Auge nicht erkennbare Trübungen, wie bei blauem, scheinbar klarem Himmel können mithin die Strahlung merklich herabdrücken.

Gab die Kurve »*T*« ein Beispiel extrem starker Belichtung, so sei die Insolation von Dalmatien noch mit jener Belichtung verglichen, die diesseits der Alpen, beziehungsweise für Kremsmünster Geltung hat. Wenn auch für Wien auf Grund der langjährigen Studien von I. v. Wiesner genaue Daten vorliegen, so erscheint es doch richtiger, die in Dalmatien angestellten Beobachtungen mit solchen von Kremsmünster in Beziehung zu bringen, da Wien infolge der Rauch- und Staubatmosphäre der Großstadt sein besonderes Lichtklima hat. Von Kremsmünster (48° 3' n. Br., 0° 56·5' ö. L., Seehöhe 384 *m*) liegen nämlich eingehende Messungen der Lichtintensität vor, die P. F. Schwab vom Jahre 1897 bis 1902 angestellt und deren Ergebnisse er nach vielen Gesichtspunkten hin gruppiert hat.[2] In der Fig. 5 findet man zwei weitere Kurven (*K* sowie die gestrichelte Linie) eingezeichnet, welche die bezüglichen Verhältnisse während des Monates August erläutern; der Gang der Lichtintensität ist nach den stündlichen Monatsmitteln von Schwab konstruiert. Die eine — gestrichelte — Kurve bewegt sich annähernd in der Größenordnung unserer Beobachtungen aus Dalmatien; ihr Maximum um 12^h : 1·5 B. E. überschreitet sogar unsere bezüglichen Mittel, beziehungsweise erreicht fast das Maximum unserer Termine. Der dieser Kurve entsprechende Gang der Lichtintensität stellt jedoch für Kremsmünster eine Ausnahme dar. Die Werte (Mittel) beziehen sich nämlich ausschließlich auf heiteres Wetter und das Jahr 1897, welches in dieser Richtung besonders günstig war. In den folgenden fünf Jahren lagen für den August die Mittagswerte der Mittel selbst bei klarem Wetter und Sonnenschein wesentlich tiefer; rund bei 1·15. Noch größer wird der Unterschied gegenüber der Lichtintensität in Dalmatien, wenn man deren Gang mit der Kurve *K* vergleicht, welche die stündlichen Monatsmittel wieder vom August 1897, jedoch ohne Rücksicht auf die jeweilige Himmelsbedeckung vereinigt. Die Belichtung stellt sich danach deutlich niedriger dar, als wir sie im Jahre 1911 in Dalmatien fanden; die Werte um die Mittagszeit bewegen sich, wie man sieht, nur mehr knapp am Niveau von 1·0. Die Belichtung von Kremsmünster im August der folgenden fünf Jahre liegt, wie schon aus den genannten Mittags(Maximal)werten bei freier Sonne hervorgeht (1·15), noch ungünstiger, indem das Monatsmittel sämtlicher Tagesmaxima bloß 0·98 beträgt und die Mittel aller Tage des Monates um 12^h zwischen den Werten 0·70 und 0·95 B. E. schwanken.

Für die Insolation ist nicht die Größe von Maximalwerten, sondern vielmehr die Konstanz hoher Werte maßgebend. Vereinzelt können solche, wie Größen über 1·5 bei günstiger Beschaffenheit der Luftsäule da und dort beobachtet werden. So fand F. Schwab ausnahmsweise im Jänner und Juli 1·6 und als höchsten Lichtwert innerhalb von 10 Jahren 1·8 B. E., also die gleiche Größe, welche E. Rübel am Bernina-Hospize in der Seehöhe von 2.300 *m* als Maximum der daselbst gemessenen Intensitäten bestimmte. Solche Werte sind aber, wie gesagt, nicht für das Lichtklima einer geographischen Breite bezeichnend. Es kommt auf das Niveau der gesamten stündlichen Intensitäten an, und in dieser Richtung fanden wir um die Mittagszeit Größen von 1·3 bis 1·4, und zwar nicht bloß vereinzelt, sondern fast regelmäßig, sowohl an heiteren, wie an verschieden bewölkten (Cu_2 bis Cu_7)

---

1 Des genaueren vergleiche die Arbeit von I. Maurer und C. Dorno in Meteorologische Zeitschrift, Heft 2, p. 43, 1914. — Wie C. Dorno betont, gibt die Vergleichung der relativen Helligkeit des atmosphärischen und des Protuberanz-Spektrums ein einfaches und wirksames Mittel, um atmosphärische Trübungen irgend welcher Art, wie im besonderen auch die ersten Anfänge von Cirrusbildung in der Umgebung der Sonne nachzuweisen.

2 Über das photochemische Klima von Kremsmünster. Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften in Wien, (M.-N. Kl.), Bd. 74, 1904.

Tagen, beziehungsweise Stunden. — Die mittägliche Lichtintensität des dalmatinischen Küstengebietes dürfte (bei heiterem Wetter) um etwa 0·25 B. E. oder rund 22 % höher liegen als an der nördlichen Abdachung unserer Kalkalpen.

Schon in Rücksicht auf die Stärke der Strahlung erscheint sonach die Insolation von Dalmatien größer als jene nördlich der Alpen, beziehungsweise von Kremsmünster. Für die Beurteilung des Lichtklimas ist aber nicht bloß die Intensität der Strahlung, sondern die gleichzeitige Dauer des Sonnenscheines und damit der Grad der Himmelsbedeckung maßgebend, Faktoren, wie sie mit der Stärke der Strahlung vereinigt, in der »Lichtsumme« zum Ausdrucke kommen. Entscheidend für die Größe derselben sowie für das Gesamtlicht (die kalorische Strahlung) ist freie Sonne; die Wolken beeinflussen unter dieser Bedingung vor allem die Stärke und Aktinität des diffusen Lichtes.

Meine Daten reichen nicht hin, um Lichtsummen [1] für Dalmatien auszurechnen; nichtsdestoweniger ist auch bezüglich dieser Größen eine genügende Beurteilung möglich. Da die Belichtung bei Bewölkung im allgemeinen kleiner ist als bei klarem Himmel, unsere Kurve jedoch nur solche Werte vereinigt, die bei freier Sonne bestimmt wurden, so scheint sie zunächst optimalen Verhältnissen zu entsprechen, und dies um so mehr, als der Sommer 1911 im Hinblick auf die bekannte »Hitzeperiode«, den Hochdruck, die geringe Feuchtigkeit, die überwiegend nördlichen Luftströmungen, ein besonders günstiger war. Berücksichtigt man aber, daß, wie langjährige Erfahrung lehrt, der August in Dalmatien stets durch Schönwetter charakterisiert, der Luftdruck bei vorherrschendem Nordwinde hoch, die Tage zumeist sogar vollkommen heiter sind, so wird man unseren Messungen allgemeineren Wert zuschreiben können, und die Kurve nicht eine Ausnahme sondern jene Bedingungen darstellen, mit denen man im Durchschnitte in Dalmatien zu rechnen hat. Die Intensität des »Augustlichtes« dürfte sich um die Mittagszeit in der Tat im Niveau von 1·3 bis 1·4 B. E. bewegen; ebenso wird bezüglich der Lichtsummen keine wesentliche Abweichung von der in Dalmatien ständig herrschenden Insolation anzunehmen sein. Denn auch im Sommer 1911 war dort die Zahl der heiteren Tage keineswegs überwiegend; meist gab es Wolken, die allerdings zeitweise, wie namentlich um die Mittagsstunden die Sonne frei ließen. Für Zara war die Himmelsbedeckung vom 10. bis 15. August 2, vom 15. bis 26. August rund 3·5 bis 4 und dürfte an den Tagen, während wir zu den Manövern ritten (11. bis 23. August), im Durchschnitte 5 bis 6 betragen haben. Ausgesprochen klares Wetter mit tief blauem Himmel bestand nur gegen Ende des Monates und während der ersten Septembertage. — Im Vergleiche zum Nordrande der Alpen ist aber, wie hier nicht näher ausgeführt zu werden braucht, die Wetterlage Dalmatiens ungleich günstiger; die Zahl bedeckter bleibt weit hinter jener heiterer oder wenig bedeckter Tage zurück. Während hier Niederschläge meist fehlen, herrschen nördlich der Alpen oft ausgiebige Regenperioden vor und sonnige Wochen sind selten. So verhält sich für Ischl im Salzkammergute die Zahl der heiteren zu den bedeckten Tagen pro Jahr wie 77·2 : 125·3 u. a., wobei die letzteren vorwiegend auf den Sommer entfallen.[2]

Die Insolation unserer Seeküste erweist sich demnach, sowohl was die Intensität der Strahlung als auch die Dauer derselben und damit die Lichtsummen anlangt, größer als jene diesseits der Alpen. Es ist nur zu bedauern, daß diese Erkenntnis erst so spät in weitere Kreise durchzudringen beginnt und man erst jetzt daran geht, das »Sonnenland« Dalmatien, welches diese Bezeich-

---

[1] Wer sich des näheren für die Definition, die Berechnung der sogenannten Lichtsummen interessiert, sei u. a. auf F. Schwab, l. c. p. 7, sowie E. Rübel, Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas der Canaren und des Ozeans, Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Bd. 54, p. 303, 1909, verwiesen.

[2] Wie mittlerweile J. v. Hann (Die klimatischen Faktoren vom balneologischen Standpunkte und allgemeine Übersicht über die klimatischen Bezirke Österreichs; Österreichisches Bäderbuch, Wien und Berlin, Urban und Schwarzenberg, p. 46 und 47, 1914) des näheren ausgeführt hat, beträgt, um noch ein Beispiel zu geben, die Zahl der Sonnenscheinstunden pro Jahr für Ischl (47° 43' n. Br.) 1943, für Lussin piccolo (44° 32' n. Br.) 2464. Bezüglich der mittleren Zahl der Tage, an denen um Mittag (zwischen 11^h bis 1^h) die Sonne scheint, besteht dagegen kein wesentlicher Unterschied: 207 für Ischl gegenüber 241 für Lussin piccolo.

nung mit Recht verdient, auch im Sommer aufzusuchen. Manche Ferien hätten dieserart nutzbringend für den Körper verwertet werden können, anstatt sie bei Regen an einem unserer Alpenseen zu vertrauern. Ich habe in diesem Sinne schon vor Jahren an kompetenter Stelle darauf aufmerksam gemacht, wie wünschenswert es wäre, eine besondere Dampferlinie für die Sommermonate einzurichten, welche die reich entwickelte Küste Istriens und Dalmatiens mit seinen Inseln in langsamer Fahrt zu berühren hätte, um dieserart die Möglichkeit zu bieten, das so günstige Klima, die Sonne, die Bäder,[1] voll ausnützen zu können. Erfahrungsgemäß herrscht namentlich im August stets ruhige See, so daß man die Fahrten ungestört genießen kann, während man im Frühjahre, zu welcher Zeit die dalmatinische Küste, ihre Kurorte, bisher zumeist aufgesucht wurden, nicht immer auf seine Rechnung kommt. — Doch dies nur nebenbei.

Die Werte, die wir in Dalmatien beobachten konnten, erscheinen auch insoferne interessant, als sie sich in jener Größenordnung bewegen, welche der Insolation der Hochregion bei freier Sonne entspricht. In dieser Hinsicht sei u. a. wieder auf E. Rübel verwiesen, der im Niveau von 2000 *m*, beziehungsweise am Bernina-Hospize (2309 *m*) für den Monat August des Jahres 1905 als mittägliches Monatsmittel 1·26 B. E., also rund denselben Wert fand, wie er in unserer Kurve zum Ausdrucke kommt. Offenbar bedingt es vor allem die Reinheit der unteren Luftschichten am Meere, daß hier die Strahlung mit solcher Intensität durchdringen kann, wie sie im allgemeinen für die Hochregion charakteristisch ist, ferner, daß thermische Oszillationen und Vertikalströmungen fehlen, die ja bei sonst anscheinend gleichen meteorologischen Bedingungen (gleicher Zenithdistanz) die Lichtwerte merklich beeinflussen können. Am Meere kommt noch die erhöhte Zerstreuung des kurzwelligen Lichtes durch Reflexion hinzu, wodurch die diffuse Strahlung gesteigert wird. Auch auf der See selbst haben wir — vergleiche die Daten vom 6. August an Bord der »Pannonia« — mehrere Bestimmungen der Lichtintensität ausgeführt, von denen jene um $12^h\ 8'$ p. m. bei reiner Sonne 1·32 B. E. (*Is*: 0·86, *Id*: 0·46; Relation beider 1·9) ergab.

Die Feststellung, daß annähernd gleich hohe Lichtwerte im Gebirge einer-, an der See andererseits vorkommen können, ist, nebenbei bemerkt, vom Standpunkte der Helio- sowie der Thalassotherapie wichtig, indem sie lehrt, daß, entgegen der allgemein herrschenden Ansicht, starke Lichtwirkungen nicht nur im Hochgebirge, sondern auch an der Riviera zu realisieren sind, namentlich wenn die Atmosphäre nicht, wie bei feuchter Wetterlage,[2] durch Wasserdampf oder örtlich durch Staub von den Kalkstraßen getrübt ist. Die Pigmentierung des Körpers an der Seeküste tritt mit der gleichen Intensität wie im Gebirge ein. Von besonderem Vorteile erscheint, daß die Totalität der übrigen klimatischen Faktoren dort keine solchen Anforderungen stellt, wie in der Hochregion, der ein geschwächter Organismus nicht immer gewachsen ist. Die Gebirgslagen haben namentlich im Winter ihre Vorzüge: hier steigert der Schnee die Aktinität des Lichtes und die kalorische Strahlung wirkt ausgleichend auf niedere Lufttemperaturen. Wie sehr sich der Körper bei genügender Widerstandskraft dem Klima der Berge an-

---

[1] Um hier einige Daten einzuschalten, so sei bemerkt, daß die Temperatur der Adria während der Badezeit zwischen 20 bis 31° beträgt; je flacher der Strand, desto stärker die Schwankungen. — Für einen nördlichen Punkt der Seeküste, wie Pola, stellt sich die Wassertemperatur nach den in den Jahren 1896 bis 1900 ausgeführten Messungen entsprechend einer Tiefe von 0·75 *m* im August auf 22·0°, im September auf 19·1° bei einer mittleren Luftwärme von 23·4°, beziehungsweise 21·5°. In Zara war ich selbst in der Lage, zwei bezügliche Messungen auszuführen, wovon die eine am 16. August 1^h p. m., 22·6° bei einer Lufttemperatur von 25·15°, die andere am 17. August 4^h p. m. 23·5° bei einer Lufttemperatur von 26·0° ergab. In der Bucht von Cigale auf der Insel Lussin fand ich am 4. September $11^h\ 30'$ a. m., bei S_1, B_0, N_1, in einer Tiefe von 50 *cm* 22·5°; die Luftwärme betrug 26 15°, das Strahlungsthermometer zeigte 53·6°. An der nahe gelegenen Insel Sansego war die Temperatur des Meerwassers in der Zeit von 4 bis 5^h p. m., dicht am seichten Strande 28 4°, zirka 20 *m* vom Ufer 24·5°, annähernd gleich der herrschenden Lufttemperatur.

[2] Bezüglich des Schirokkos, einer ja ebenfalls feuchten Luftströmung, hat mittlerweile J. Furlani (vergl. S. 128) ein besonderes Verhalten feststellen können, das vielleicht mit den niederen Druckwerten zusammenhängt.

passen läßt, lehrt die Erfahrung, daß man sich nach entsprechender Akklimatisation selbst dann nackt im Freien betätigen kann, wenn direkte Besonnung fehlt und der Tag bedeckt ist.

Daß die Sonnenscheindauer der Adria auch jener alpiner Lagen nicht nur nicht nachsteht, sondern diese sogar übertrifft, soll auch in diesem Zusammenhange vermerkt sein. So weisen St. Moritz im Engadin (1770 *m*) 1857, die Palmschoß (1860 *m*) 2043,[1] Pola (0 *m*) 2430 Sonnenscheinstunden im Jahre auf.

Noch mögen weitere Beziehungen betreffend das Lichtklima berührt werden. In dieser Richtung sei zunächst der Relation des direkten (*Is*) zum diffusen (*Id*) Lichte gedacht. Im allgemeinen ist bei höherem Sonnenstande (etwa von 25° an) und heiterem Wetter stets die direkte Strahlung das dominierende Licht. Bei Sonnenauf- und Sonnenuntergang überwiegt jedoch das diffuse Licht die direkte Strahlung. Dies kann aber auch gelegentlich bei hohem Sonnenstande (geringer Zenithdistanz) der Fall sein, wenn die Himmelsbedeckung groß ist, reflektierende Flächen vorhanden sind oder Dunst die Luft erfüllt. Mit Bezug auf die Seehöhe liegt das Verhältnis so, daß die Intensität des diffusen Lichtes mit steigender Meereserhebung ab-, jene der direkten Strahlung zunimmt. Die Größe der Zerstreuung des Lichtes hängt ja von der Luftdichte ab und wird demgemäß — im Gegensatze zum Verhalten der Gesamt- und Sonnenintensität — mit sinkendem Barometerdrucke geringer. Je größer der Gehalt an Wasserdampf, die Verschleierung der Atmosphäre, desto geringer die direkte Strahlung. Sonnenbedeckung bewirkt Abschwächung des gesamten und direkten Lichtes, das diffuse erfährt bei mäßiger Sonnenbedeckung bis zu S_2 eine Steigerung, um dann ebenfalls abzunehmen. Die Bewölkung als solche erhöht durch vermehrte Reflexion die Lichtintensität, wobei die Himmelsrichtung von Einfluß ist u. a. — Um einige bezügliche Relationen anzuführen, beträgt *Is* : *Id* für Kremsmünster bei einer Sonnenhöhe über 35° im allgemeinen 1 bis 1·5; nur vereinzelt erweist sich das direkte Licht zwei- bis dreimal wirksamer als das diffuse. Am Meere ist letzteres stärker als am Lande, so daß der Quotient sinkt. In der Hochregion dagegen überwiegt (bei heiterem Wetter) die direkte Strahlung bedeutend das diffuse Licht, so daß es den drei- bis fünffachen Wert desselben betragen kann. So haben wir selbst — wie schon bemerkt — auf den Cañadas (2200 *m*) bei einer Gesamtintensität von 2·0 B. E. Quotienten von 5 bis 6 feststellen können.

Betrachtet man nach diesen Vorbemerkungen unsere bezüglichen Werte, so lassen dieselben ebenfalls erkennen, daß die direkte Strahlung jene des diffusen Lichtes, und zwar namentlich dann übertrifft, wenn die Gesamtintensität hoch, die Zenithdistanz klein und der Himmel heiter ist. Unter diesen Umständen, bei Gesamtwerten von 1·2 bis 1·4, wie sie zumeist auf die Zeit von 10^h a. m. bis 2^h p. m. entfallen, erwies sich das direkte Licht rund doppelt so stark wie das diffuse. Als Maxima fanden sich in der Stufe von 1·2 ein Quotient von 2·3, in jener von 1·3 ein solcher von 2·9, in jener von 1·4 ein solcher von 3·1, in jener von 1·5 ein solcher von 2·8, in jener von 1·6 ein solcher von 3·3, endlich, entsprechend jener nur einmal bestimmten Gesamtintensität von 2·0 ein solcher von 4·9. Der letztgenannte Wert wurde, wie bereits erwähnt, am 25. August zu Mittag (Sonnenhöhe 56° 56') beobachtet, nachdem ein schweres Gewitter eine ausgiebige Reinigung der schirokkalen Atmosphäre bewirkt hatte. Die Höhe des Quotienten zeigt deutlich den steigernden Einfluß von Niederschlägen auf die Intensität und, bei gleichzeitig klarem Himmel (B_0), im besonderen auf die direkte Strahlung. Hiedurch kann sich gegebenen Falles die Belichtung am Meere zu einer solchen Stärke erheben, wie sie sonst für hohe Gebirgslagen charakteristisch ist. Der bezügliche Wert für Is, 1·652, stellt das absolute Maximum unserer Messungen dar, während das entsprechende diffuse Licht nur 0·335 betrug. Hohe Intensitäten der direkten Strahlung, wie solche von 1·0 bis 1·2, wurden ferner an den wolkenlosen Tagen des 24. und 31. August sowie des 2. September gefunden, wobei dieselben bereits auf die Vormittagsstunden fielen. Es wurde schon bemerkt, daß damals auch die

[1] Mittel aus den während der Jahre 1912 bis 1915 über Veranlassung von A. v. Kutschera angestellten Beobachtungen. Die jährliche Sonnenscheindauer von Davos stellt sich für diese drei Jahre um rund 18 % niedriger.

Gesamtintensität auffallend hoch lag, was wohl mit einer selten günstigen Beschaffenheit der Luftsäule zusammenhing. Der niederste Wert für *Is*, 0·68, wurde, und zwar um die Mittagszeit, am 18. und 21. August (Sonnenhöhe 59°, beziehungsweise 58°) beobachtet, ohne daß stärkere Bewölkung bestanden hätte. — Bei Werten der Gesamtintensität von oder unterhalb 1·0, wie sie ebenfalls noch für eine mittlere Sonnenerhebung gelten, ergaben sich meist Quotienten von 1·5 bis 2·0, während bei niederem Sonnenstande und dementsprechend verringerten Intensitätswerten das direkte und diffuse Licht annähernd gleich waren oder letzteres sogar überwog. Ein deutlicher Einfluß der Bewölkung auf die Größe des Quotienten kommt in unseren Messungen nicht zum Ausdrucke, da diese überwiegend bei freier Sonne, an heiteren Tagen bestimmt wurden und die Himmelsbedeckung meist nur eine geringe war. Im allgemeinen steigern ja Wolken die Zerstreuung, beziehungsweise die Intensität des diffusen Lichtes und drücken demgemäß den Quotienten herab. Nichtsdestoweniger kann aber auch bei ausgesprochener Himmelsbedeckung und dabei geringer Zenithdistanz die direkte Strahlung noch eine kräftige sein. So betrug sie am 12. August zu Mittag bei einer Bewölkung von Cu_{6-7} und einer Gesamtintensität von 1·45 B. E. 1·007, der Quotient 2·3 u. a.

Daß am Meere infolge der erhöhten Zerstreuung [1] das diffuse Licht relativ stärker ist als die direkte Strahlung und demgemäß der Quotient kleiner gefunden wird als am Lande, lassen jene Beobachtungen erkennen, die wir auf der Fahrt nach Dalmatien am 6. August an Bord der »Pannonia« angestellt haben. In Berücksichtigung des Mittels der Werte, die innerhalb der Zeit von 12^h bis 2^h p. m. bestimmt wurden, ergibt sich bei einer Gesamtintensität von 1·025 aus $Is = 0·578$ und $Id = 0·450$, ein Quotient von 1·3, also etwa der halbe Wert jener Relation, wie wir sie im Gelände von Zara um die Mittagszeit feststellen konnten. Die wenigen Werte, welche anläßlich der Rückfahrt auf der Insel Lussin bestimmt wurden, ergaben bei einer Gesamtintensität von 1·3 einen allerdings höheren Quotienten, 2·3, was aber nicht gegen die Gültigkeit von im allgemeinen niederen Quotienten an der See spricht. Hohe Sonnenstände wirken ja ausgleichend auf die Intensitäten des Lichtes, das bei reiner Atmosphäre auch am Meere hohe Werte erreichen kann.

Mit Rücksicht auf das Lichtklima unserer istrianisch-dalmatinischen Küste sei ferner bemerkt, daß wir bereits früher simultan mit W. Schmidt (Pyrheliometer) einige Messungen in der Breite von Pola sowie Triest angestellt haben, die auf die erste Woche April 1911 fallen. Bei freier Sonne ergab sich in der Zeit von 10^h a. m. bis 12^h eine Gesamtintensität von 1·23, die etwas niedriger liegt als das sechsjährige Mittel, welches F. Schwab für den Monat April in Kremsmünster bestimmte. Das diffuse Licht zeigte damals am Meere annähernd die gleiche Intensität, wie die direkte Strahlung, so daß hier jener Einfluß deutlich hervortritt, welchen die starke und dabei elektive Reflexion vom Seespiegel auf die Größe des diffusen Lichtes nimmt.

Daß Bewölkung sowie Schichtung und Schlierenbildung die Lichtintensität schwächen, Sonnenbedeckung die Wirkung der direkten Strahlung aufheben, jene der diffusen steigern kann, ist in Rücksicht auf die Arbeiten von I. v. Wiesner, E. Rübel, C. Dorno, schon bemerkt worden. In der gleichen Weise vermögen auch Nebel und Dunstschichten die Verteilung des Lichtes zu beeinflussen. Als ein Beitrag zur Kenntnis dieser Absorption seien hier Werte notiert, die wir selbst anläßlich unseres Aufenthaltes in Teneriffa zu erheben in der Lage waren. Sie betreffen die Abnahme der Lichtintensität durch die im Frühjahre regelmäßig erscheinenden Passatwolken, wie sie während eines Abstieges von den Cañadas festgestellt werden konnte. Die Höhe dieser Schichte belief sich damals (am 18. April 1910) entsprechend einer oberen Grenze von 1450 *m* und einer unteren von 850 *m* auf 600 *m*. Die Sonne schwand bei Passierung des Nebels oder war nur vorübergehend als heller Fleck kenntlich. Die Lichtintensität oberhalb der Passatwolkenschichte, rund 1·5, ging auf 0·6, 0·4 und mehrmals sogar auf 0·3 herunter. Es wurden also $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{5}$ des Gesamtlichtes absorbiert, ein Ergebnis, das mit

[1] Was hiebei einzelne Spektralgebiete anlangt, so sei vermerkt, daß das Ultraviolett entsprechend der Wellenlänge von $\lambda = 320\,\mu\mu$ nahezu dreimal so stark zerstreut, beziehungsweise diffundiert wird als das äußerste sichtbare Licht ($\lambda = 400\,\mu\mu$).

jenem in guter Übereinstimmung steht, welches H. Rübel das Jahr zuvor auf Grund ähnlicher Messungen gewonnen hatte. Man versteht, daß die Wirkung des Nebels mit der Dichte desselben wächst und die Lichtabsorption daher bei gleich dicker Schichte schwanken kann. So fand Rübel eine Abschwächung der Intensität bis auf $^1/_7$ der über der Wolkenbank herrschenden Strahlung. Nur selten kommt man, wie auf Teneriffa, in die Lage, die Höhe von Wolken mit Sicherheit angeben zu können. Zur Bestimmung des Wassergehaltes derselben hatten wir damals keinen instrumentellen Behelf zur Hand. — In welchem Grade Bewölkung sowie der Reflex von der Schneedecke die Verteilung des Lichtes beeinflußt, möge durch einige Daten illustriert sein, die A. Wenger Winter 1910 auf den Cañadas erhoben hat. Wie p. 119 bemerkt, überwiegt bei heiterem Wetter, freier Sonne die direkte Strahlung wesentlich die diffuse, so daß die bezüglichen Quotienten meist groß sind; Zerstreuung des Lichtes erhöht die Intensität der diffusen Strahlung und drückt die Relation $Is:Id$ herab. Während nun Wenger als Mittel mehrerer am 14. und 16. Dezember um die Mittagszeit bei S_4 und B_0 ausgeführter Bestimmungen einen Quotienten von rund 3·0 fand, betrug dieser nach am 1. und 2. Februar zur gleichen Tageszeit, jedoch bei S_{2-3}, $B_{6\cdot 5}$ und Schneedecke ausgeführten Messungen 1·5. Das diffuse Licht hatte somit eine Steigerung um 100% gegenüber dem im Monate Dezember herrschenden Luftlichte erfahren.

Aus den Andeutungen, die bereits früher über den Einfluß der Bewölkung auf die kalorische Strahlung einer-, die Lichtintensität andererseits gemacht wurden, ergibt sich, daß die Relationen derselben selbst bei freier Sonne verschieden sein müssen, wenn auch im allgemeinen beide Faktoren mit der Größe der Sonnenerhebung, der Seehöhe wachsen. Reflexionsvorgänge sind sowohl für die Größe der Lichtintensität als auch der kalorischen Strahlung bestimmend. — Wurden (bei S_4) die Maximalwerte für Ig von 1·4 bis 1·5 entsprechend einer — allerdings nur mit dem Schwarzkugelthermometer (vergleiche p. 98) bestimmten — Sonnenstrahlung von 60 bis 65° gefunden, so kamen gleich hohe Lichtintensitäten auch bei einer kalorischen Strahlung von 50° zur Beobachtung. Den Werten von 40 bis 50° entsprach bei freier Sonne meist eine Intensität von 1·2 bis 1·3. Bewölkung, namentlich um die Sonne, drückt die Intensität des Lichtes stärker herab als jene der kalorischen Strahlung, so daß sich bei Himmelsbedeckung Werte von 0·6 bis 1·2 auch entsprechend 50° und solche von 1·3 bis 1·5 auch bei bloß 55 bis 60° fanden. In Sinj, 326 *m* über dem Meere, wurden um die Mittagszeit entsprechend einer Intensität von 1·4 B. E. und 54° 25' Sonnenhöhe 62·5° am Schwarzkugelthermometer notiert.

Noch möge in Kürze eine andere Relation gestreift werden, auf welche sich die in den vorletzten fünf Stäben der Tabelle angegebenen Werte beziehen. Sie betrifft das Verhalten der ultravioletten Strahlung im Vergleiche zum übrigen kurzwelligen Teile des Spektrums, soweit die Intensität desselben mit Hilfe der angewandten Methode bestimmbar ist. Wie schon einleitend bemerkt, wurde Chlorsilberpapier (nach J. M. Eder) benützt, dessen Empfindlichkeit, im Hellblau beginnend, an der Grenze des Ultraviolett, im Gebiete der Linie HK, ihr Maximum erreicht und nahezu das ganze Ultraviolett des Sonnenspektrums betrifft. Mit Hilfe eines entsprechenden Lichtfilters kann das Verfahren indirekt auch zur Messung der ultravioletten Strahlung allein und im besonderen dazu verwendet werden, Aufschlüsse über die Verteilung dieser Strahlen im direkten und diffusen Lichte zu erlangen. Einen geeigneten Filter dieser Art, dessen sich zuerst H. v. Schrötter und A. Wenger bedienten, stellt Aeskulin dar, durch welches das kurzwellige Ende des Spektrums an der Grenze des Ultravioletts, entsprechend einer Wellenlänge von rund $\lambda = 394\cdot 5$ abgeschnitten wird. Führt man also zwei Bestimmungen, die eine mit, die andere ohne das Filter, simultan oder knapp hintereinander aus, so kann man aus den Quotienten der bezüglicheu Reaktionszeiten die relative Intensität des ultravioletten Strahlenbezirkes im gesamten, direkten und diffusen Lichte feststellen. Von Interesse ist dabei im besonderen die Stärke der ultravioletten Strahlung des diffusen Lichtes zu jener des direkten Lichtes in Rücksicht auf die Sonnenerhebung sowie die verschiedenen Wetterlagen. Da die Zerstreuung und Beugung des Lichtes umso größer ist, je kleiner die Wellenlänge, so kann schon von vorneherein

erwartet werden, daß das U. V. im diffusen Lichte im allgemeinen stärker vertreten ist als im direkten Sonnenlichte. Ähnlich dem Gange des gesamten diffusen in seinem Verhältnisse zum direkten Lichte zeigt auch die ultraviolette Strahlung eine deutliche tägliche Periode in der Art, daß in den Morgen- und Abendstunden das diffuse U. V. jenes im direkten Lichte bedeutend übertrifft, während um die Mittagszeit das direkte U. V. überwiegt. Die ultraviolette Strahlung des Himmelsgewölbes ist selbst an hochgelegenen Stationen (den Cañadas von Teneriffa A. Wenger) in der Regel größer als jene der Sonne. Zunehmende Luftfeuchtigkeit (C. Dorno) steigert die relative Intensität der U. V.-Strahlen; Blau und Violett sind in der Belichtung vor Sonnenaufgang stärker vertreten als während des Tages u. a.

Findet man beispielsweise für die Relation $Is:Id$ bei Anwendung des Filters (also Ausschluß von U. V.) einen Quotienten von 15, ohne Anwendung desselben einen solchen von 5, so besagt das Verhältnis beider, 1 : 3, daß, entsprechend der zweiten Messung, das U. V. dreimal stärker im diffusen Lichte, Id, vertreten sein muß, als die weniger brechbaren Strahlen. Beobachtungen dieser Art sind bisher noch nicht in ausreichender Zahl angestellt worden, um die bezüglichen Daten unserer Tabelle allgemeiner bewerten zu können. Sie sollen demgemäß hier nur ohne weitere Interpretation mitgeteilt sein. Im Hinblicke auf die starke Reflexion und Zerstreuung vom Seespiegel wird man annehmen dürfen, daß das diffuse Licht im Litoralgebiete besonders reich an Ultraviolett ist.

Nach unseren Bestimmungen, die unter Benützung einer Glaskuvette mit einer zirka 8 *mm* dicken Schichte einpromilliger Aeskulinlösung ausgeführt wurden, ergab sich — bei heiterem Wetter — zunächst für das Gesamtlicht, daß sich die entsprechenden Werte einerseits bei Einwirkung, andererseits bei Ausschaltung des Ultraviolett wie 8·5 : 1 verhielten; einer Gesamtintensität von rund 0·95 steht eine solche von 0·11 ohne U. V. gegenüber. Was die Verteilung des Ultraviolett im diffusen und direkten Lichte anlangt, so stellte sich die bezügliche Relation nach den beiden hiefür verwertbaren Messungen am Lande (entsprechend dem 30. August bei S_4 und B_0) im Mittel auf 4·4, am Meere (entsprechend dem 6. August bei S_4 und Cu_1) auf 4·6, das heißt also, daß die hochaktinischen U. V.-Strahlen im diffusen Lichte rund 4·5 mal stärker vertreten waren als das Violett[1] — Eine in der ersten Woche April des gleichen Jahres an der istrianischen Küste bei S_4 ausgeführte Beobachtungsreihe (s. p. 120) ergab für das U. V. im diffusen Lichte rund den dreifachen Wert. — Wir hoffen noch an anderer Stelle auf diese Beziehungen zurückzukommen.

Zusammenfassend mag der vorstehende Abschnitt als ein Beitrag zu jenen Bestrebungen betrachtet werden, welche die Schaffung klimatischer Strahlungsbilder bezwecken. In dieser Richtung stehen wir erst am Beginne von Arbeiten, die nicht nur in rein meteorologischer Hinsicht, sondern vor allem auch für die Entwicklung der Heliotherapie von Wichtigkeit sind, wie zuletzt wieder von B. Berliner, J. Dupaigne, A. Helmann, I. Vallot u. a. betont wurde. Allerwärts beginnt man der klimatischen

---

[1] Annähernd die gleiche Verteilung der ultravioletten Strahlung wie im Sommer am Meere konnte ich übrigens am 1. Jänner 1914 um die Mittagszeit (Sonnenhöhe zirka 19° 10') bei Aflenz (815 *m*) feststellen. Entsprechend Quotienten von 0·72 und 0·89 für $Is:Id$, beziehungsweise 2·5 und 5·0 mit Aeskulinfilter, war das Ultraviolett im diffusen Lichte rund 4·4 mal stärker vertreten als die weniger brechbaren Strahlen. Der Himmel gegen Norden und Nordwesten tiefblau, gegen Süden blaßblau, im Osten milchig getrübt, mäßiger Dunst um die Sonne, da und dort ein vereinzelter Wolkenfetzen. Die Gesamtintensität des Lichtes im Mittel 0·846; die Lufttemperatur 2·4°; am Schwarzkugelthermometer 32.5°. Offenbar führte hier die starke Reflexion von den sonnig bestrahlten Schneeflächen, innerhalb welcher die Messung geschah, eine solche Zerstreuung des ultravioletten Lichtes herbei, wie sie durch Rückstrahlung vom Meere bei einer Gesamtintensität von 0·928 realisiert war. Daß die diffuse Strahlung an jenem Tage in Aflenz eine beträchtliche war, geht auch schon daraus hervor, daß der Quotient $Is:Id$ trotz maximaler Sonnenerhebung unter dem Werte von 1 lag, während am Meere (entsprechend $Is:Id = 1 \cdot 2$) noch ein Überwiegen der direkten Besonnung zum Ausdrucke kam. Das diffuse Licht mußte demgemäß dort eine noch höhere spektrale Aktinität (s. o.) besitzen als in Aflenz. — Betrachtungen dieser Art erscheinen mit Rücksicht auf die Heliotherapie von Belang, indem sie zeigen, daß sich gleichwertige Effekte sowohl an der See wie an Berglehnen erzielen lassen. Das Ultraviolett, welches ja vor allem in physiologischer Richtung von Wichtigkeit scheint, kann hier und dort in gleichem Maße zur Wirkung gelangen. — Ich verweise in diesem Zusammenhange auch auf meinen Aufsatz: Zur Frage der Heliotherapie an der Seeküste. Wiener klinische Wochenschrift, Bd. 27, Nr. 20, p. 655, 1914.

Seite der Sonnenforschung im Anschlusse an die so erfolgreichen Arbeiten von C. Dorno und vielleicht auch an meine bezüglichen Anregungen, erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden. — Eine erschöpfende Charakteristik des Lichtklimas ist, wie schon einleitend bemerkt, mit Hilfe des benützten Verfahrens allein nicht möglich; es müssen in Zukunft auch die objektiven Methoden herangezogen werden, die, wie das Pyrheliometer, eine Bestimmung der Insolation im energetischen, absoluten Maße gestatten; ebenso verdient das Verhalten der Luftelektrizität besondere Aufmerksamkeit. Für Dalmatien fehlen noch bezügliche Untersuchungen. Im Hinblicke auf den Umstand, daß man im Sommer daselbst mit konstantem Wetter rechnen kann, schiene es vielleicht nicht unangebracht, auch im dortigen Alpengebiete (wie auf der Bjelasnica 2067 *m*, dem Mt. Promina 1143 *m* u. a.) systematische Studien über die Extinktionsgröße der Atmosphäre in verschiedenen Seehöhen anzustellen.[1]

In unserem Zusammenhange beansprucht die Belichtung insoferne Beachtung, als sie einen weiteren klimatischen Faktor darstellt, der ebenso wie die kalorische Strahlung in seinem Einflusse auf den Soldaten zu berücksichtigen ist. — Belichtung erhöht die Anforderungen, die während des Marsches an den Organismus gestellt werden. In dieser Richtung kann es zunächst keinem Zweifel unterliegen, daß das Licht die vitalen Vorgänge, die Atmung, den Kreislauf, mittel- oder unmittelbar beeinflußt, beziehungsweise steigert. Direkt wirkt die Strahlung auf das Gefäßsystem im Sinne der Vasodilation und damit auf die Blutverteilung des gesamten Körpers. Ferner kommen jene Reflexmechanismen in Betracht, die durch den Lichtreiz ausgelöst, die Atemmechanik, und zwar auch in qualitativer Richtung verändern. Auf Grund neuerer Arbeiten von A. Durig, H. v. Schrötter, N. Zuntz sowie im besonderen von I. Lindhard, wissen wir, daß die Erregbarkeit des Atemzentrums, und zwar individuell gesteigert, die alveoläre Ventilation erhöht wird. Aber auch bezüglich des Gaswechsels sind Veränderungen erkennbar. Daß die Kohlensäureausscheidung bei abwechselnder Besonnung und Beschattung schwankt, wurde von C. Wolpert festgestellt. Interessant ist der kürzlich von G. Alexander und A. Révécz erbrachte Nachweis, daß optische Sinnesreize[2] mit einer Steigerung des Energiebedarfes im Zentralnervensysteme selbst einhergehen, wobei der Sauerstoffverbrauch stärker zunimmt als die Abgabe der Kohlensäure. Wenn nun auch für die durch das Auge vermittelten Reflexe vor allem die hellen Strahlen maßgebend sein dürften, so erscheint es dermalen bereits sicher, daß auch der kurzweilige Anteil des Spektrums eine Wirkung auf das periphere Nervensystem entfaltet und für die Atemmechanik in Betracht kommt. Möglich, daß die sich bei Insolation in der Papillarschichte der Haut abspielenden Prozesse einen längerdauernden Reiz unterhalten, der im reflektorischen Wege auf die Respiration einwirkt. Ferner wäre an jenen positiven Energiezuwachs zu erinnern, welchen der Körper durch Absorption des Lichtes seitens der Haut sowie des Kapillarblutes erfährt. Hiebei dürften jene Stoffwechselprodukte, welche in der besonnten Haut entstehen (wahrscheinlich aromatische Aminosäuren, Tyrosin, Tryptophan), auch auf entfernte Regionen einwirken, deren Chemismus beeinflussen oder als Reize, wie für das Atemzentrum, die Hirnrinde, in Betracht kommen. So möchte v. Heuss die Schlaflosigkeit nach Besonnung (namentlich im Hochgebirge) mit der Wirkung solcher sauerer Produkte in Beziehung bringen. Ein Zusammenhang der Belichtung und Schweißsekretion erscheint fraglich; jedenfalls wird diese durch den gleichzeitigen Effekt der kalorischen Strahlung

---

[1] Ich kann hier die Bemerkung nicht unterlassen, wie wertvoll es namentlich auch im Hinblicke auf die Bewertung der subjektiven, gegenüber den objektiven Lichtmessungsmethoden gewesen wäre, wenn wir — wie beabsichtigt — simultane Bestimmungen vor, während und nach der am 21. August 1914 für Wien zwischen 12h 21' bis 2h 46' (mitteleuropäische Zeit) stattgehabten totalen Sonnenfinsternis hätten anstellen können, umsomehr als damals vollkommen klares Wetter bei reinem, tiefblauem Himmel herrschte. Leider waren wir in diesen Tagen mit den dringendsten Vorbereitungen zum eben bevorstehenden Abmarsche ins Feld beschäftigt, so daß die Messungen unterbleiben mussten. — So günstige atmosphärische Bedingungen dürften in unseren Breiten kaum wieder mit diesem so seltenen Ereignisse zusammentreffen.

[2] Der Effekt intermittierender Lichtreize auf das Auge entspricht nach dem Talbot'schen Gesetze dem Produkte aus der Intensität der Strahlung und dem Bruchteile der Periode, während welcher das Licht einwirkt.

begünstigt. — Was den bekannten Sonnenbrand und die nachfolgende Pigmentierung der Haut [1] anlangt, so konnten wir selbst nachweisen, daß diese Reaktion ausschließlich durch ultraviolettes Licht, und zwar durch jenen Anteil desselben bewirkt wird, dessen Wellenlängen kleiner als 360 $\mu\mu$ sind.

Kommen manche der besprochenen Einflüsse nur bei Insolation des ganzen Körpers in Betracht oder lassen sich solche nur bei durch längere Zeit wirksamer Belichtung nachweisen, so beanspruchen die durch optische Sinnesreize vermittelten Reflexe besondere Beachtung für unseren Gegenstand. Abgesehen von der oft heftigen Reizung der Bindehaut kommen hier namentlich die Blendungserscheinungen in Frage, denen man bei andauernden Märschen auf den weißen Kalkstraßen unserer nördlichen Alpen oder des Karstes ausgesetzt ist. Die konstante Innervation der Lider, beziehungsweise der Irismuskulatur gibt zu neuralgiformen Schmerzen Anlaß, die äußerst störend sind. Im Gegensatze zu der sonst stimulierenden Wirkung des Lichtes auf das Nervensystem, den Seelenzustand, bewirkt grelle Belichtung dieser Art einen ermüdenden Einfluß. Daß die durch den Lichtreiz gesteigerte Hirntätigkeit mit einer Vermehrung des Energieverbrauches im Zentralnervensysteme einhergeht, ist, wie bemerkt, von Alexander und Révécz gezeigt worden. Dieser Mehrbedarf erscheint umso bedeutungsvoller, wenn die Hirnzirkulation, beziehungsweise die Sauerstoffversorgung der nervösen Zentren im Gefolge anstrengender Muskelarbeit, wie bei Märschen im Hochgebirge, an sich schon eine verminderte ist, so daß Ermüdung oder Ausfallsymptome seitens des Hirnes relativ leicht erfolgen können. So erscheint es verständlich, wenn bei greller Besonnung Eingenommenheit des Kopfes, Unlust, Gleichgültigkeit, mangelnde Dispositionsfähigkeit, Schwindel, unsicherer Gang, bereits zu einer Zeit auftreten, zu welcher die Erschöpfung der Stammesmuskulatur noch keineswegs eine hochgradige ist. Starke Belichtung mag sich dieserart als ein auslösender oder unterstützender Faktor zu jenen gesellen, welche die Marschfähigkeit mindern, beziehungsweise den Hitzschlag hervorrufen.

Die direkte Strahlung kann unschwer vom Auge abgehalten werden (Lider, Kopfbedeckung); es ist jedoch nur sehr unvollkommen gegen die Wirkung des Unter- und Seitenlichtes geschützt. Die Blendung hängt demgemäß vor allem von der Stärke des diffusen Lichtes ab, dessen Intensität durch Reflexion wie von Wolken, Schnee- und Wasserflächen oder von Straßen gesteigert wird. Die Symptome der Blendung sind auch bei hohen Werten des gesamten, beziehungsweise direkten Lichtes umso geringer, je klarer das Firmament, je tiefer das Himmelsblau, je schwächer die Bewölkung ist. Sonnenstand und Himmelsrichtung beeinflussen naturgemäß die Rückstrahlung und damit die Stärke des Unter- und Vorderlichtes. Kommt die Bewölkung dem marschierenden Soldaten dadurch zugute, daß sie die kalorische Strahlung schwächt, die Heizung des Körpers mildert, so wirken die Wolken andererseits insoferne nachteilig, als sie die Aktinität des Lichtes steigern und damit zu einer erhöhten Innervation des Auges Veranlassung geben. Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, daß durch Ermüdung des optischen Apparates, das Zielen erschwert werden, die Treffsicherheit leiden muß. Bei Operationen an der See oder namentlich auf Schnee- und Eisflächen, wie im Gebirge, wäre demgemäß auf die Vermeidung der Blendung Bedacht zu nehmen und schiene vielleicht ein entsprechender Schutz der Augen geboten. Bekannt ist ja, daß bei längeren Wanderungen über grell leuchtenden Schnee Erythropsie und andere Symptome auftreten. — Die Entblendung wird am besten durch solche Gläser erreicht, die vor allem das kurzwellige aktinische Licht abhalten, ohne die Helligkeitsunterschiede der Landschaft zu beinträchtigen. In dieser Hinsicht wären das grüngelbe Euphos, sowie das farblose Neutralglas empfehlenswert.[2]

---

[1] Für die Pigmentierung der Haut kommt im Meeresniveau der Spektralbezirk 360 bis 292·5 $\mu\mu$ in Betracht. Unter günstigen Umständen, bei reiner Luftsäule, sowie im Hochgebirge sind Strahlen bis zur Wellenlänge 290·5 $\mu\mu$ festgestellt worden.

[2] Auf in gleicher Weise nachteilige Einflüsse für den Flugzeugführer habe ich an anderer Stelle hingewiesen. — In letzter Zeit ist dieser Gegenstand namentlich durch F. Schanz bearbeitet worden, der insbesondere auch den nachteiligen Einfluß des an aktinischen Strahlen reichen diffusen Lichtes auf die Augenmedien (die Linse) hervorhebt. Autor möchte geradezu die dauernde Einwirkung dieses Faktors mit der Kataraktbildung in Zusammenhang bringen. Bezüglich näherer Daten sei auf die Arbeit von F. Schanz im Archive für Ophthalmologie, Bd. XCIV, H. 1 2, p. 172, 1918 verwiesen.

Liegen auch bereits über die Größe der Reflexion des Lichtes von Wasserflächen (M. L. Dufour, W. Schmidt), die Relationen des Ober- zum Front- und Unterlichte (C. Brennand, C. Dorno, E. Rübel, F. Schwab, L. Weber, I. v. Wiesner u. a.) mehrfache Untersuchungen vor, so bedürfen dieselben für besondere Fragestellungen doch der Ergänzung. Namentlich ist die Rückstrahlung vom Erdboden, von Straßen, noch nicht näher studiert worden.[1] Um einen Maßstab in dieser Richtung zu gewinnen, haben wir (vergleiche den letzten Stab der Tabelle) einige Messungen angestellt, die aber nur orientierenden Wert beanspruchen können. Zum Zwecke genauer Ermittlungen ist das benützte Verfahren unzureichend oder versagt dort vollkommen, wo es sich um den Nachweis geringer Lichtstärken handelt. Die nachstehenden Daten seien daher nur mit Reserve angeführt. Sie beziehen sich auf freie Sonne und klaren, wolkenlosen Himmel. Die Messung wurde derart vorgenommen, daß das empfindliche Papier zirka 2 *m* über dem Boden gegen das Unter-, beziehungsweise Seitenlicht exponiert wurde. Was zunächst das Verhalten bei hohem Sonnenstande anlangt, so ergab eine am 31. August um 12^h 15' p. m. ausgeführte Bestimmung 0·30, somit in Rücksicht auf den Gesamtwert der Insolation, 1·30, rund den vierten Teil dieser. Bei niederer Sonnenerhebung wurden zwei Messungen der reflektierten Strahlung, die eine am 29. August um 4^h 11' p. m., die andere am 30. August um 9^h 49' a. m. ausgeführt, wonach dieselbe im ersten Falle etwa $^1/_8$, im zweiten etwa $^1/_4$ der Intensität des Oberlichtes (*Ig*) betrug. Je niederer der Sonnenstand, desto mehr werden sich im allgemeinen die Werte des Ober- und Unterlichtes nähern. Daß der Quotient beider am 30. August relativ groß ist, hängt damit zusammen, daß zu der entsprechenden Zeit auch die Belichtung von oben ($Ig = 1·34$) hoch war, während am Nachmittage des 29. August bloß ein Intensitätswert von 0·47 bestand. — Daß dunkler Boden, wie solcher aus Lava, weniger Licht reflektiert als weißer, hellbeleuchteter Sand, habe ich unter Verwendung geeichter Photometer in Orotava (Teneriffa) März 1910 feststellen können.

Auch zur Beurteilung der vom Wasser reflektierten Strahlung findet sich eine Bestimmung (vergleiche den 6. August) in der Tabelle angegeben. Die bezügliche, zirka 5 *m* über dem Meere ausgeführte Exposition ergab bei einer Gesamtintensität von 1·0 einen Wert von 0·2; die Belichtung von unten betrug also $^1/_5$ des Oberlichtes. Man versteht, daß von den astronomischen und meteorologischen Bedingungen abgesehen, die Größe der Reflexion auch von der Beschaffenheit der Wasserfläche (ruhige oder bewegte See, glitzernde Wogenkämme) sowohl quantitativ als qualitativ beeinflußt sein dürfte, worüber noch keine ausreichenden Daten vorliegen. — Was die Rückstrahlung von Schneefeldern anlangt, so mögen in diesem Zusammenhange noch zwei entsprechende Beobachtungen vermerkt sein. In dem einen Falle wurde auf der Höhe der Palmschoß (Plohse-Gebirge, zirka 1850 *m*) um 1^h 35' eine Relation Ober-: Unterlicht von 2 festgestellt. Der niedere Quotient erklärt sich daraus, daß die Himmelsbedeckung eine vollständige war, Sonnenschein fehlte und die Belichtung demgemäß nur durch diffuse Strahlung erfolgte. In dem anderen Falle handelte es sich um eine vergleichende Messung von Ober- und Unterlicht am Karls-Eisfelde (Dachstein, Seehöhe zirka 2650 *m*), die am 13. September um 5^h 42' bei S_4 und Cu_6 im E gegen W ausgeführt wurde. Sie ergab trotz tiefen Sonnenstandes, kleinem Einfallswinkel, einen Quotienten von 8; die Gesamtintensität betrug 0·27. — Das Vorderlicht ist im allgemeinen bei niederem Sonnenstande, also in den Morgen- und Abendstunden, relativ (im Vergleiche zum Oberlichte) größer, als bei kleiner Zenithdistanz. Das Vorderlicht kann aber auch bei tiefem Sonnenstande das Oberlicht absolut übertreffen. Um die Mittagsstunde ist jenes 3 bis 5 mal schwächer als dieses. Mit Bezug auf die Himmelsrichtung erweist sich das südliche Vorderlicht rund 3 mal so stark als das nördliche.

---

[1] Nimmt man nach L. Weber für die Helligkeit bei Zenithstande der Sonne 160.000 Normalkerzen pro Quadratzentimeter an, so werden bei einem Inzidenzwinkel von 45° von blauem Himmel 0·3 bis 0·4, von bedecktem 0·5 bis 0·6, von einer Mauer 0·3 bis 0·4 der Strahlung reflektiert. — Über die Größe der Rückstrahlung von verschiedenfarbigem Boden habe ich selbst an anderer Stelle Mitteilung gemacht.

Eine eingehende Prüfung fraglicher Relationen ist, wie schon bemerkt, nur auf Grund einer exakten Methodik möglich. Die Pyrheliometer von Angström, Crova, Dupaigne, Michelson, der Apparat von Elster und Geitel können derart verwendet werden, daß man außer dem Gesamtlichte auch die Strahlung der Sonne allein sowie die Lichtintensität einzelner Himmelsabschnitte oder reflektierender Flächen (Schnee, Wasser) unter bekannten Winkeln festzustellen vermag. Ferner hat W. Schmidt auf der Basis anderer physikalischer Beziehungen einen Apparat konstruiert, der äußerst empfindlich ist und damit auch die Messungen geringer Intensitäten gestattet, wie sie gelegentlich bei der durch Reflexion vermittelten Strahlung in Betracht kommen. Endlich können bezügliche Relationen auch mit der chemisch-subjektiven Methode unter Benützung geeigneter Tuben in einem verdunkelten Raume bestimmt und mit den Ergebnissen der anderen Verfahren verglichen werden. Nicht unerwähnt sei, daß H. v. Schrötter und W. Schmidt bereits im April 1911 Versuchsreihen an der istrianischen Küste, beziehungsweise in Portorose und Valbandon ausgeführt hatten, wobei, der damaligen Wetterlage entsprechend, vorwiegend nur die Verhältnisse bei starker Himmelsbedeckung studiert werden konnten. — Für die Zukunft waren weitere Ergänzungen über die Rückstrahlung von Straßen, das quantitative Studium der Reflexion von der menschlichen Haut geplant, Bestrebungen, die wie so manche andere durch den Weltkrieg unterbrochen wurden.

Was bisher an Untersuchungen über die Reflexion des Lichtes von der Haut vorliegt, sei nachstehend in Kürze zusammengefaßt.

Außer älteren von C. Eijkman mit Hilfe des Thermometers angestellten Studien über die Leitung und Strahlung der Haut, ist hier eine Arbeit, und zwar von dem um das Studium des Sonnenstiches so verdienten P. Schmidt[1] zu nennen, der die Relationen der Strahlung, deren Durchgängigkeit, insbesondere die Größe der Reflexion von der Haut mit Hilfe einer exakten Methode, mittelst Thermosäule und Galvanometer gemessen hat. Aus diesen Untersuchungen geht zunächst hervor, daß die Haut (des Europäers) nur zirka 5% der gesamten auffallenden Strahlungsenergie reflektiert, während der größte Teil namentlich der dunklen Wärme absorbiert wird. Des genaueren betrugen die Reflexionswerte für ultrarot 0·0033, für rot 0·0129, für grün 0·0188, für blau 0·0111. Sichtbare Mengen rotgelben Lichtes vermögen noch Gewebsschichten von mehreren Zentimetern Dicke zu durchdringen, so daß sich beispielsweise für die Schädeldecke für ultrarot 0·008, für rot 0·035, für grün und blau jedoch 0 ergeben. Glänzende, wie mit Talg eingefettete Haut reflektiert stärker als trockene. Es wird demgemäß wohl auch anzunehmen sein, daß u. a. die von den nilotischen Negern geübte Einreibung mit Asche, wodurch deren Haut grauweiß erscheint und glätter wird, die Reflexion der Lichtstrahlen steigern muß; ebenso dürfte diese bei mit weißen Staubschichten bedeckter Haut, wie beim Marsche auf kalkreichen Straßen eine erhöhte sein. — Was die Bedeutung des Pigmentes betrifft, so werden von der schwarzen Haut bloß 2% der auffallenden Strahlung zurückgeworfen. Weiße Haut reflektiert mehr helle Strahlen als dunkle und läßt etwa 10% der Kalorik in die tieferen Schichten eindringen, während die schwarze Haut, die weniger reflektiert, mehr von der eingedrungenen Wärmestrahlung absorbiert und bloß 5% in die tieferen Texturen penetrieren läßt. Durch das in der Retezellenschichte verteilte Pigment, das dem Korium aufliegt, wird die Absorption für Sonnenstrahlen beim Neger in eine oberflächlichere Zone verlegt als beim Weißen. — Nehmen wir die Oberfläche des nackten 70 *kg* schweren Menschen zu 180.000 cm^2 und (von den Inzidenzwinkeln abgesehen) eine allseitig gleichmäßige Insolation an, so würden dem Körper, nach Abzug der erwähnten, durch Reflexion bedingten 5% der Einstrahlung, unter der Sonne Dalmatiens mit einer mittleren Kalorik entsprechend 1·3 kal. pro Minute und Quadratzentimeter um die Mittagsstunden, etwa in der Zeit von 10^h a. m. bis 3^h p. m., die bedeutende Energie von rund $6{\cdot}7 \times 10^3$ Kalorien, gleich einem Arbeitseffekte von 80 Hektowattstunden, zugeführt werden, die in den Geweben, sei es als Wärme verwendet oder in Chemismus umgesetzt zur Wirkung kämen.

[1] P. Schmidt, Experimentelle Beiträge zur Frage nach der Entstehung des Sonnenstiches. Archiv für Hygiene, Bd. LXV, p. 17, 1908.

Mit Bezug auf die Frage der thermischen Rückstrahlung sei eine kurze Betrachtung vermerkt, die C. Dorno[1] angestellt hat. Bezogen auf die Temperatur des Menschen, betrüge im Hochgebirge bei mittlerem Sonnenstande die Ausstrahlung der horizontalen Fläche bei Abwesenheit der Atmosphäre 0·71 w. e. pro Minute und Quadratzentimeter, die Gegenstrahlung der Atmosphäre 0·20, also der Wärmeverlust durch Strahlung 0·51 w. e. Der Wärmegewinn der horizontalen Fläche durch Einstrahlung beträgt 0·95. Sieht man somit von Wärmeleitung an die umgebende Luft ab und betrachtet nur die Strahlung, so wird das Wärmegleichgewicht dadurch hergestellt, daß in jedem Augenblick etwa die Hälfte der Wärmezufuhr wieder abgegeben wird.

Bevor wir diesen Abschnitt schließen, möchte ich nicht unterlassen, die Gesichtspunkte wiederzugeben, welche zuletzt J. Dupaigne[2] für das Lichtklima des nördlichen Mittelmeeres, beziehungsweise der französischen Riviera unter Berücksichtigung sämtlicher hiefür maßgebender Komponenten und Beziehungen entwickelt hat, ohne jedoch auf eine nähere Erklärung seiner Leitsätze eingehen zu können. Der wesentlichste Faktor, durch welchen die Intensität der Sonnenstrahlung beeinflußt wird, ist, wie Autor betont, der Grad der durchschnittlichen Transparenz (limpidité) der Atmosphäre, gegenüber welcher die Unterschiede der Seehöhen, soweit diese für die Bewohnbarkeit des Menschen in Betracht kommen, zurücktreten. Nichtsdestoweniger dürfte sich auf der Basis der von C. Dorno, J. Dupaigne, J. Vallot gemachten Messungen (Maximalwerte an der Riviera einer-, in Davos und auf dem Mt. Blanc andererseits) für die Luftschichte entsprechend einer Höhendifferenz von 4400 *m* (rund 310 *mm* Hg) eine Absorptionsgröße von 16 % ergeben. Die spektrale Zusammensetzung des Lichtes ändert sich bei durchsichtiger Atmosphäre nicht mit der Meereserhebung, dagegen schwankt sie bedeutend mit dem Dunst- und Nebelgehalte sowie der Höhe des Sonnenstandes. Der Reichtum insbesondere an stark brechbarem, beziehungsweise ultraviolettem Lichte hängt ausschließlich von der durchschnittlichen Klarheit der Luftmasse ab. Je weniger Wasserdampf in der Atmosphäre, wie in der kalten Winterluft, desto stärker die Intensität der Strahlung. — Es kann, wie ich mit Bezug auf die Bedürfnisse der Heliotherapie hinzufügen möchte, kein Zweifel darüber bestehen, daß die für das südliche Litorale wesentlich größere Zahl ausnützbarer Sonnenscheinstunden sowie die durchschnittlich höhere Lufttemperatur den kurativen Wert dieses Klimas steigern.

Was das Verhalten der gesamten Strahlungskomponenten in der Höhe, beziehungsweise im mittleren Niveau von 1560 *m* der Alpen anlangt, so sei noch besonders auf jene zusammenfassende Darstellung verwiesen, welche das Lichtklima des Hochgebirges durch C. Dorno auf Grund langjähriger, mühevoller, mit Hilfe exakter Methoden durchgeführter Messungen erfahren hat. Auch aus dieser Arbeit geht hervor, wie schwankend, abgesehen von leicht erkennbaren Trübungen (gelöstes oder in Form feinster Tröpfchen verteiltes Wasser u. a.), die Reinheit und Durchlässigkeit der Atmosphäre ist und wie verschieden sich demnach auch die Strahlungsverhältnisse der Sonne sowie des Himmels bei anscheinend sonst gleichen Bedingungen verhalten können. — Mit besonderem Nutzen namentlich auch für den Mediziner wird jene Schrift heranzuziehen sein, in welcher dieser so verdienstvolle Autor die Gesetze der Sonnenstrahlung in klimatologischer Richtung beleuchtet hat.[3]

Mehrfach wurde bereits über unseren Vorschlag seitens der Internationalen Vereinigung gegen die Tuberkulose, sowie des Internationalen Kongresses für Thalassotherapie eine Resolution[4] gefaßt, um ein eingehendes Studium des Lichtklimas der Erde auf der Basis objektiver Verfahren in die Wege zu leiten. Hoffen wir, daß es die kommende Friedenszeit ermöglicht, die bereits vielfach angeknüpften Beziehungen wieder herzustellen und damit eine gleichsinnige Registrierung der Strahlungswerte

---

[1] C. Dorno im Handbuche der Balneologie, Bd. I, p. 522; Leipzig, G. Thieme, 1913.

[2] J. Dupaigne. De la Climatologie du Litoral mediterranéen français. Berichte des I. Congrès de l'Association Internationale de Thalassotherapie de Cannes, Paris, Verlag der »Gazette des Eaux«, Vme. Rue Humboldt 3.

[3] C. Dorno. Die Physik der Sonnenstrahlung in Handbuch der Balneologie, Medizinische Klimatologie und Balneographie. Bd. I, Abschn. D. Leipzig, G. Thieme, 1918; ebenso vergleiche seine »Vorschläge zum systematischen Studium des Licht- und Luftklimas«. Im 7. Hefte der Veröffentlichungen der Zentralstelle für Balneologie. Berlin NW 7, kgl. preuß. Ministerium des Innern. Weitere in diesem Zusammenhange wertvolle Angaben findet man auch in dem geistreichen Vortrage von D. Berthelot: De la Nature des radiations solaires au Niveau de la mer et des moyens de les mesurer. Rapport presenté aux Congrès de l'Association internationale de Thalassotherapie de Cannes 1914. Paris. Gazette des Eaux. Vme. Rue Humboldt 3. — Erwähnt sei hier schließlich eine Arbeit von B. Berliner (Einige Richtlinien zur klimatologischen Forschung. Zeitschrift für Balneologie, Bd. VI, Nr. 1, p. 7, 1913—14), der nach breiteren Gesichtspunkten auf die so vielfachen Wechselbeziehungen zwischen den meteorologischen Komponenten und ihrer Wirkung auf das Nervensystem, das Seelenleben, aufmerksam macht.

[4] Ich gebe nachstehend den Wortlaut der über Anregung von F. Morin und H. v. Schrötter von der Sektion VI der XI. Internationalen Tuberkulosekonferenz verfaßten Resolution wieder: »Mit Rücksicht auf die eminente theoretische und praktische Seite der Helio- und Klimatotherapie der Lungentuberkulose erscheint es dringend wünschenswert, umfassende (simultane) Studien über das Lichtklima der Erde nach einheitlichen, objektiven Methoden anzustellen. Die bereits bestehenden meteorologischen Stationen sollten diesen Fragen erhöhte Beachtung schenken und bezügliche Messungen in ihr regelmäßiges Programm aufnehmen.«

— nach den von C. Dorno, J. Dupaigne, P. L. Langley, W. Schmidt, R. Schneider, H. v. Schrötter, J. Vallot, A. Wenger, L. Weber entwickelten Gesichtspunkten — unter klimatisch möglichst differenten Bedingungen zu erreichen. In Deutschland sind bisher drei Stationen geschaffen worden, welche nach dem von C. Dorno aufgestellten Programme arbeiten.

Nach Fertigstellung der Arbeit, beziehungsweise nach meiner Rückkehr vom Felde im Herste 1917 wurde ich mit den eingehenden Untersuchungen von J. Furlani bekannt[1], die sich mit dem Lichtklima im österreichischen Küstenlande beschäftigen. Ich muß es mir versagen, hier näher auf die ausführlichen Mitteilungen dieser Publikation einzugehen, und möchte im Hinblicke auf unsere eigenen Beobachtungen nur die nachstehenden Daten dieses Autors hervorheben.

Seine Messungen der (kurzwelligen) Lichtintensität beziehen sich auf Görz und das südistrianische Küstenland während der Jahre 1909 (September) bis 1913 (September). Wie das seiner Arbeit beigegebene Diagramm (p. 1) erkennen läßt, ergab sich für den August als Mittel der Beobachtungen um die Mittagsstunden bei Sonnenschein eine Gesamtintensität von 1·35 B. E., was mit unseren eigenen Erfahrungen in bester Übereinstimmung steht; sein Mittel für die letzte Dekade August entsprechend der Tageszeit 11^h bis 2^h beträgt 1·25, für 1^h 30' 1·37 B. E. Dagegen liegen seine entsprechenden Maxima etwas höher (bis zu 1·65), als wir sie verzeichnen konnten; nur einmal, nach dem Gewitter, ließ sich von uns für *Ig* der Wert 1·99 feststellen. — Jedenfalls zeigen auch die Untersuchungen Furlani's, daß bei günstiger Wetterlage, wie während des meist trockenen Sommers mit blauem Himmel, an der See, beziehungsweise der dalmatinischen Küste gleich hohe Lichtwerte vorkommen können, wie sie sonst für das Gebirgsklima charakteristisch sind.[2]

Was das Verhältnis zwischen direktem und diffusem Lichte anlangt, so fand Furlani auch bei hohen Sonnenständen nur ein geringes Überwiegen der Sonnenstrahlung, während der bezügliche Quotient unserer Messungen rund etwa 2 betrug. Der Gegensatz zwischen diesem und dem erstgenannten Befunde erklärt sich offenbar daraus, daß sich unsere Werte auf Bestimmungen beziehen, die ausschließlich bei freier Sonne (S_4) und meist nur geringer Bewölkung ausgeführt wurden, während in der entsprechenden Zusammenstellung von Furlani die Relationen bei verschiedensten Wetterlagen, wesentlich im Hinblicke auf die Sonnenhöhe vereinigt sind. Im allgemeinen muß natürlich mit der wachsenden Zerstreuung des Lichtes am Meere die diffuse Lichtstrahlung steigen und damit der Quotient reziprok, beziehungsweise bei niederem Sonnenstande ein Bruch werden. — Beachtenswert erscheinen die von dem genannten Autor festgestellten Beziehungen zwischen Windrichtung und Strahlungsintensität, wonach diese bei SE-, S-, SW- und W-Winden eine Vermehrung, bei E-, NE-, N- und NW-Winden eine Verminderung auch gegenüber jener bei Windstille erfährt. Der warme Schirokko steigerte trotz seiner hohen Luftfeuchtigkeit die Lichtintensität, die kalte, meist trockene Bora minderte sie, was anscheinend damit zusammenhängt, daß der Schirokko — bei niederem Luftdrucke — ausgleichend auf die Schichtung der Atmosphäre einwirkt, wodurch deren Gefüge homogener wird. Das Himmelslicht (*Id*) wird jedoch unter dem Einflusse feuchter, auch nordwestlicher Luftströmungen oder reflektierender Wolkenlagen eine Steigerung erfahren müssen und damit gleiche Werte wie die direkte Strahlung (*Is*) erreichen können.

Was die thermische Strahlung anlangt, die auch Furlani bloß mit dem Schwarzkugelthermometer bestimmte, so konnte er ebenfalls feststellen, daß das Maximum der Insolationstemperatur bei freier Sonne nicht mit der Mittagsstunde zusammenfallen muß; sondern häufig gegen 1^h verschoben ist. Konform unseren Erfahrungen (vergleiche Fig. 4 und 5) wachsen Wärme- und Lichtstrahlung rascher an als sie abnehmen. Ausführlich geht Autor auf das Verhalten der Differenz zwischen Sonnen- und Luftwärme (S—t) im Vergleiche zum Gange der Lichtintensität ein, und gibt die bezüglichen Quotienten für die einzelnen Monate. Wir selbst mußten uns (s. p. 121) begnügen, auf die Diskordanz in den Kurven der Wärme- und Lichtstrahlung hinzuweisen. — Wenn naturgemäß auch sowohl die lang- als kurz-

---

1 Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften (M.-N.-Klasse), Bd. 93, 1916.

2 Die höchste Lichtintensität in den genannten Jahren (1·7 bis 1·8 B. E.) wurde in Görz in den Monaten Juni und Juli beobachtet.

wellige Strahlung gemeinsamen Gesetzen unterworfen ist, so müssen deren Verlauf und Größenordnung in verschiedenem Maße durch die einzelnen klimatischen Faktoren beeinflußt werden, wie ich dies selbst schon an anderer Stelle des näheren angeführt habe. Die eingehendsten Untersuchungen über die Relationen der lang- und kurzwelligen Strahlung unter wechselnder Inzidenz und Wetterlage sind bisher von C. Dorno nach exakten Methoden durchgeführt worden. Eigene bezügliche Bestrebungen in Österreich, sowie weitblickende international geplante Unternehmungen[1] auf diesem Gebiet hat, wie schon bemerkt, der Krieg unterbrochen.

Zusammenfassung und Ergebnisse.

*Die **Lufttemperatur** bewegte sich bei heiterem Wetter in der Zeit von 9^h a. m. bis 5^h p. m. über 30°, wobei zwischen 12^h bis 2^h p. m. Maxima bis 35° verzeichnet wurden. Die Luftwärme im Gelände stellte sich etwas höher als an der Seeküste. Den Zeitraum der Manöver, 20. bis 26. August 1911 betreffend, war die Temperatur in **Dalmatien** um durchschnittlich 7° höher als in **Wien.***

*Die **kalorische Strahlung** bewegte sich bei günstigen Wetterbedingungen zwischen 55 bis 60° und stieg bei freier Sonne und fehlender Himmelsbedeckung bis auf 65° an. In Rücksicht auf analoge Relationen unter anderen örtlichen Bedingungen darf angenommen werden, daß diesen Werten entsprechend Strahlungsgrößen von etwa 1·3 bis 1·5 kal. pro Minute und Quadratzentimeter geherrscht haben. — Das Mittel für die **aktinometrische Differenz** oder die relative Wärmestrahlung (S—t) stellte sich für die Zeit von 10^h a. m. bis 5^h p. m, bei S_4 auf 25° (Max. 35°, Min. 15°).*

*Die für den **klimatischen Heizwert** maßgebende Rubner'sche Zahl $\left(\text{kurz } \frac{S-t}{2}\right)$ betrug innerhalb der gleichen Tageszeiten rund 40°; aber auch bei niederem Sonnenstande, vor 10^h a. m. und nach 5^h p. m. wurden entsprechende Werte beobachtet. Als Maximum konnten bei freier Sonne und rund 35° Zenithdistanz 42 bis 46° festgestellt werden. Nach einem Gewitter sank die Rubner'sche Zahl auf 39°. Die für Wien innerhalb der Zeit vom 20. bis 26. August sich ergebenden Werte liegen um 2° tiefer als jene für das Manövergelände.*

*Die **relative Feuchtigkeit** (beziehungsweise relative Trockenheit) bewegte sich an der Küste bei vorwiegend nordwestlicher Luftströmung um den Wert von 60% (beziehungsweise 40%). Im Manövergelände, der Zeit vom 20. bis 26. August entsprechend, war die relative Feuchtigkeit noch niedriger; sie dürfte im Mittel 50% betragen haben. Gelegentlich wurden sogar während der Marschzeit unter südöstlicher Luftströmung Werte von 35% beobachtet. Ein Gewitter am Morgen des 25. August ging mit einer Niederschlagsmenge von 5·6 mm einher. Die relative Trockenheit während des genannten Zeitraumes war um rund 12% größer als in **Wien.***

*Der Gang des **Barometers** entsprach einer Hochdruckperiode, wobei in der Zeit vom 20. bis 26. August vorwiegend schirokkale südöstliche mit nordwestlichen Windströmungen abwechselten; vor dem Gewitter am 25. herrschten südliche Winde. Die **Luftbewegung** hielt sich im allgemeinen innerhalb solcher Grenzen, die für die Wärmeregulation am Marsche förderlich sind. Sie war während der gleichen Periode in **Wien** etwas stärker. — Inwieweit Schwankungen des Luftdruckes (Luftwogen im Sinne von **W. Schmidt**) oder solche der **Ionisation** auf das Befinden von Einfluß sind, erscheint noch nicht sichergestellt.*

*Was das **Lichtklima** betrifft, so wurden gemäß der angewandten Methode die Größenordnung und Relationen der kurzwelligen Strahlung gemessen.*

---

1 Ich erinnere in dieser Richtung an die »Kommission für Licht- und Höhenforschung« der »Internationalen Vereinigung zur Bekämpfung der Tuberkulose«, die mit der »Internationalen Physikalischen Lichtkommission« zusammen arbeiten sollte.

Die ***Intensität*** *des* ***Gesamtlichtes*** *erreichte in der Zeit von 11h a. m. bis 3h p. m. annähernd den Wert von 1·2 B. E., um während der Mittagsstunden entsprechend 50 bis 60° Sonnenhöhe 1·3 B. E. zu überschreiten. Bei klarem Wetter wurden Maxima bis 1·6 für Ig beobachtet. Nach dem am 25. erfolgten Gewitter stieg die Lichtintensität Ig infolge Reinigung und Klärung der Atmosphäre vorübergehend bis auf 2·0 B. E. an.*

Die hier mitgeteilte ***Größenordnung*** *der* ***Lichtintensität*** *für den August in* ***Dalmatien*** *steht in guter Übereinstimmung mit Befunden, die seither für das Klima von Görz, beziehungsweise die südistrianische Küste — entsprechend dem gleichen Monate — von* ***J. Furlani*** *erhoben und für die französische Riviera namentlich von* ***J. Dupaigne*** *festgestellt worden sind.*

Mit dem Lichtklima nördlich der Alpen, beziehungsweise jenem von ***Kremsmünster*** *verglichen, ergab sich unter Berücksichtigung der in unserem Texte gegebenen Gesichtspunkte, daß die Insolation des dalmatinischen Küstenlandes im Sommer 1911 um zirka 20 bis 30 % stärker war. Hierbei mag die lang andauernde Hochdruckperiode mit ihrer zumeist trockenen Atmosphäre auf die relativ hohen Werte der Lichtintensität dieses Jahres nicht ohne Einfluß gewesen sein.*

Mit Rücksicht auf die Praxis der ***Heliotherapie*** *erscheint die Feststellung wichtig, daß die kurzwellige Strahlung im Meeresniveau an der adriatischen Küste bei klarer Atmosphäre gleiche Werte erreichen kann, wie sie im allgemeinen für die Hochregion charakteristisch sind. Vor allem aber kommt für die Riviera in Betracht, daß dort abgesehen von der durchschnittlich höheren Lufttemperatur die mittlere Sonnenscheindauer, die Zahl ausnützbarer Sonnenstunden eine wesentlich größere ist, als selbst auf den bestbestrahlten Hochgebirgslagen, was den kurativen Wert der Seeküste steigert.*

Die ***Relation*** *des* ***direkten*** *zum* ***diffusen Lichte*** *betrug um die Mittagszeit durchschnittlich 2:1. Bei hoher Gesamtstrahlung wurden für Is:Id vereinzelt Quotienten von 3 und darüber festgestellt, wie sie sonst den Gebirgslagen zukommen. Das Ultraviolett war an der Seeküste im diffusen Lichte rund 4·5 mal stärker als im direkten vertreten.*

Im Hinblick auf die Befunde von ***Furlani,*** *die einen Zeitraum von vier Jahren, beziehungsweise von 1909 bis 1913 umfassen, wird man annehmen können, daß sich die* ***Belichtung*** *unserer* ***adriatischen Küstenregion*** *während des Sommers nicht nur ausnahmsweise, sondern in der Tat regelmäßig in der von uns angegebenen Größenordnung entsprechend 1·3 bis 1·4 B. E. bewegen dürfte, und dies um so mehr, als die von dem genannten Autor festgestellten Werte in einer noch rund um 2° nördlicheren Breite gewonnen wurde. — Maßgebend für die Intensität der Sonnenstrahlung erscheint vor allem die* ***Transparenz*** *der Atmosphäre, welche abgesehen von der Menge und Verteilung des Dunstes, dem Zustande der Wasserteilchen (Kondensationskerne), in den höheren Regionen von der besonderen Schichtung der Luftmassen ihrer Thermik und Dichte, vom Ozongehalte derselben abhängig ist.*

Wenn nunmehr für die ***Erforschung*** *des* ***Lichtklimas*** *der* ***Erde*** *unbedingt solche Verfahren zu verlangen sind, die eine Bestimmung der verschiedenen Komponenten im absoluten Maße gestatten, so erscheint für medizinische Zwecke, wie auch* ***D. Berthelot*** *vermerkt hat, die Methode der Lichtmessung mit geeichten photosensiblen Papieren zunächst ausreichend, um im allgemeinen brauchbare Vergleichswerte der lichtklimatischen Bedingungen zu erhalten.*

Was die ***Wirkung*** *der* ***Wetterlage*** *auf die* ***Truppen*** *anlangt, so kamen, wenn man die bezüglichen Daten für die beiden Marschtage (den 21. und 23. August) zusammenfaßt, Fälle von* ***Hitzschlag*** *vor, als die Lufttemperatur, die Insolation. (der Heizwert), die relative Feuchtigkeit während der Märsche im Mittel 31·0°, 52·0°, (41·5°), 61·0 % betrugen, beziehungsweise diese Faktoren Werte von 32·8°, 54·5°, (43·5°), 53·0 % erreicht hatten. — Es wurde betont, daß bei solchen Bedingungen der frei zirkulierenden Atmosphäre das* ***„innere Klima“*** *einer marschierenden, von Staub umhüllten Kolonne bezüglich seiner thermischen Faktoren, wie auch anderer Momente ein wesentlich* ***ungünstigeres***

sein muß, so daß Störungen der Wärmeregulation selbst bei einem nicht so extremen Verhalten der äußeren Klimatik verständlich erscheinen.

Mit Bezug auf die **Märsche** *traten die Hitzschläge auf, nachdem entsprechend dem 21. und 23. August 320 Kalorien pro Stunde* **verbraucht,** *beziehungsweise eine* **Marscharbeit** *geleistet worden war, deren* **physikalisches Äquivalent** *auf 23000 (bis maximal 32000) kgm pro Stunde geschätzt werden darf. Fälle ausgesprochener Ermattung und Erschöpfung wurden entsprechend dem 24. August nach einem Verbrauche von 290 Kalorien pro Stunde, beziehungsweise einer Marschleistung beobachtet, für welche 18000 (bis maximal 27000) kgm äußerer Arbeit pro Stunde annehmbar erscheinen. Als (nutzbare)* **Transpiration** *waren etwa 450 cm³ pro Stunde zu veranschlagen.*

Die den Schulen von (alphabetisch) **F. G. Benedict, A. Durig, J. S. Haldane, N. Zuntz,** *entstammenden, weitverzweigten Fundamentalarbeiten über den Stoffwechsel und die Kalorik bei Körperarbeit gestatten eine ausreichende praktische Schätzung und Vorausberechnung des für Märsche, selbst unter erschwerenden Verhältnissen, notwendigen* **Energieaufwandes.** *Die bisher erhobenen Daten reichen jedoch noch nicht aus, um den* **Arbeitseffekt** *unter ungünstigen, an der Grenze pathologischer Bedingungen sich abspielenden Leistungen zu präzisieren. — Ein näherer Einblick in dieser Richtung würde nur durch besondere* **Untersuchungen** *des Gaswechsels bei variabler Marsch-, beziehungsweise Steigarbeit und bereits bestehenden Störungen der Wärmeregulation zu gewinnen sein, wobei jedoch betreffs einer Verallgemeinerung bezüglicher Resultate* **individuelle Unterschiede** *sowie konstitutionelle Momente maßgebend interferieren werden.*

Es versteht sich, daß die Bedingungen zur pathologischen **Wärmestauung** *je nach der Kombination der konkurrierenden äußeren und inneren Faktoren auch bereits nach geringeren Marschleistungen, als sie oben definiert wurden, gegeben sein können.*

Eine Luftwärme von 26 bis 28° stellt bei einer relativen Feuchtigkeit von 60 bis 80 % entsprechend einer Dampfsättigung von 0·015 bis 0·020 gr pro Liter die **untere Grenze** *dar, bei welcher der Marsch* **bedenklich** *zu werden beginnt. 28 bis 30° bei 0·020 gr Sättigung erscheinen für den marschierenden Mann* **gefährlich** *und dies um so mehr, wenn sich zugleich die Wirkung der Insolation geltend macht. Bei starker Sonnenstrahlung und fehlender Luftströmung wird demgemäß die* **kritische Grenze** *noch tiefer herab zu veranschlagen sein. — Die von uns im Manövergelände selbst beobachteten und vorstehend analysierten Werte stehen in voller Übereinstimmung mit der Größenordnung jener (27·5° und 88 %), die* **A. Hiller** *als Wendepunkt zur Pathologie, als mittlere Gefahrengrenze für die Hyperthermie, beziehungsweise den Hitzschlag auf Märschen angegeben hat.*

Wassermangel steigert die Gefahr des Hitzschlages; ebenso befördern unzweckmäßige Packung (flache Atmung), fehlendes Training, vorausgegangene Ermüdung, ungenügende sowie ungeeignete Nahrung (Kalorienersatz), seelische Depression, Schmerzen (marode Füße), den Symptomenkomplex der Wärmestauung; endlich beanspruchen individuelle Konstitutionsanomalien besondere Bedeutung auch für das Zustandekommen und die Folgen des Hitzschlages.

Zur richtigen **Beurteilung** *der* **klimatischen Heizwirkung,** *wie sie für marschierende Truppen in Betracht kommt, muß außer dem Thermometer gleichzeitig der Feuchtigkeitsgehalt der Luft berücksichtigt werden, weshalb, in Wiederholung meines bereits im Jahre 1913 gestellten Antrages, die Ärzte entsprechender Abteilungen mit einem geeigneten* **Psychrometer** *auszurüsten sind, um an der Hand dieses Instrumentes bei ungünstigen Außenbedingungen, im besonderen hoher Luftfeuchtigkeit (s. o.), die maßgebenden Stellen rechtzeitig vor Anstrengungen warnen und damit geeignete Marscherleichterungen, Rasten, Trinkwasserversorgung, veranlassen zu können.*

Als **Instrument** *empfiehlt sich an Stelle des bisher vorgeschriebenen Schleuderthermometers ein Aspirationspsychrometer, beziehungsweise das* **Assmanometer** *kleiner Konstruktion; zur Berechnung der abgelesenen Werte der Rechenschieber nach* **A. Korff-Petersen,** *mit Hilfe dessen die notwendigen Daten unschwer zu ermitteln sind. Es erschiene wünschenswert, gelegentlich von Sommer-*

manövern Messungen der klimatischen Bedingungen mit dem ***Homöotherme*** *anzustellen, welches den Heizwert auch unter gleichzeitiger Berücksichtigung der* ***Luftbewegung*** *in* ***Kalorien*** *zu bestimmen gestattet.*

Die Frage nach der Art und Verteilung des ***Marschgepäckes*** *ist noch immer nicht zweckentsprechend gelöst; weitere Studien in dieser Richtung wären angezeigt. Die Kopfbedeckung sollte eine erhöhte Luftzirkulation ermöglichen, was durch geeignete (verschließbare) Ventilationslöcher — wie bereits in anderen Armeen — erreicht werden kann.*

Es ist der zielbewußten Umsicht, den getroffenen Vorsorgen der militärischen Leitung zu danken, daß anläßlich der »Dalmatinischen Landungsmanöver des Jahres 1911« trotz der ungünstigen Außenbedingungen keine schweren Folgen von Hitzschlag, beziehungsweise Todesfälle zu beklagen waren und die Leistungen der Truppen trotz der hohen Anforderungen an die Marschfähigkeit, vor allem die Wärmeregulation, befriedigend durchgeführt werden konnten.

TABELLEN

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
An Bord der „Pannonia“ zwischen Cherso und Veglia zirka 44° 55' n. Br.	0	6. VIII.	11^{h}55	S($_{4}$)	Cu$_{1}$ im N u. NE; Luft trüber	—	NW$_{1-2}$	—
	»	»	12^{h} 00–12^{h} 06	S$_{4}$	Cu$_{1}$	—	»	—
	»	»	12^{h}08	S$_{4}$ +	weniger trübe	—	NW$_{2}$	—
	»	»	12·10	S$_{4}$	weniger trübe	—	»	—
	»	»	12·15	S$_{4}$	Cu$_{1-2}$	—	»	—
	»	»	1·40	S($_{1}$)	Cu$_{1}$ mäßig trüb	—	NW 2·5	—
zirka 44° 40' n. Br.	»	»	1·52	S$_{4}$	Cu 0·5—1 im E, nicht ganz klar	—	NW$_{2}$	—
	»	»	3·56	S$_{4}$	Cu 0·5, dunstig	—	NW$_{3}$	—
	»	»	4·14	S$_{4}$	dunstig	—	»	—
Breite von Zara	»	»	5·25	S($_{1}$)	B$_{0}$, Dunst	—	NNW$_{3}$	—
Eisenbahnfahrt von Spalato nach Sinj	59	7. VIII.	10^{h}45	S$_{4}$	Cu 0·1	—	N$_{3}$	—
	—	»	—	S($_{4}$)	Cu Str$_{4-5}$ gegen NE, Dunst über dem Meere	—	N$_{2}$	—
	—	»	11·03	S$_{4}$ feiner Dunst in der Nähe der Sonne	Cu$_{1}$ Str$_{1}$	—	N$_{3}$	—
bei Klissa	za. 250	»	11·18	S$_{4}$	»	—	»	—
vor dem unteren Eingang des Kehrtunnels	—	»	11·20	S($_{4}$) Cu Str. in der Nähe der Sonne	»	—	N$_{2}$	—
	343	»	11·30	S$_{4}$	Cu$_{4-5}$ gegen NE	—	N$_{1-2}$	
	—	»	11·38	S$_{4}$ Cu in der Nähe der Sonne	Cu$_{6-7}$	—	»	—
Steigung nächst Dugopolje	412	»	12·00	S$_{4}$ frei	Cu$_{6}$	—	»	—
	—	»	12·03	S$_{4}$	Cu$_{6}$	—	N 0·5—1	—
Ritt der II. Esk. der B. D. L. Sch. von Sinj nach Zara.								
Slap	69	11. VIII.	3^{h}59	S$_{3-4}$	Cu$_{6}$	—	—	—
Bootfahrt auf der Kerka zum Kloster Visovac (53 *m*)	—	»	4·32 p. m.	S$_{3-4}$	Cu$_{6}$ und Ci$_{1}$ im E	—	N$_{1}$	—
	—	»	4·35	S$_{4}$	» » »	—	»	—
	—	»	5·08	S$_{4}$	Cu$_{6}$ Ci$_{1}$	—	»	—
	—	»	5·13	S$_{4}$	Cu$_{5}$ Ci$_{2}$	—	»	—
Nahe dem W. H. Kozlovac	168	12. VIII.	8·16	S($_{1}$)	Cu Str$_{1}$ in NE, feines Cinetz um die Sonne	—		—
	168	»	8·20	S$_{4}$	Cu Str$_{1}$ in NE, feines Cinetz um die Sonne	—	—	—
	—	»	9·46	S($_{1}$)	Cu$_{1}$ in NW, Ci um die Sonne	—	—	—
Benkovac	179	»	12·02	S($_{4}$)	Cu$_{7-8}$	—	N 0·5	28·0
Lager im Walde am Westende von B.	179	»	3·12	S($_{4}$)	Cu$_{1-2}$ Wolkenbank im SE, sonst rein blau	—	—	26·7
	179	»	4·08 p. m.	S$_{4}$	Cu$_{1}$	—	—	26·5

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : IgV	
—	—	—	—	0·887	0·448	0·439	1·0	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	1·015	0·583	0·432	1·3	0·128	—	—	—	7·9	Mittel aus 8 Bestimmungen.
—	—	—	—	1·317	0·857	0·460	1·9	0·144	—	—	—	9·1	Sonne vorübergehend auffallend rein.
—	—	—	—	1·079	0·625	0·454	1·4	0·134	—	—	—	8·1	Mittel aus 3 Bestimmungen.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Vom Wasser reflektierte Ig (am Buge, Sonnenspiegelung backbord) 0·183; keine Wellen.
—	—	—	—	0·940	0·452	0·488	0·9	0·112	—	—	—	8·4	
—	—	—	—	0·928	0·504	0·424	1·2	0·118	0·100	0·018	5·5	7·9	
—	—	—	—	0·652	0·372	0·280	1·3	0·070	—	—	—	9·1	Küste gut sichtbar.
—	—	—	—	0·658	0·333	0·325	1·0	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·902	0·572	0·330	1·7	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	1·126	—	—	—	0·126	—	—	—	8·9	
—	—	—	60°29'	1·242	0·830	0·412	2·0	—	—	—	—	—	Mittel aus 5 Bestimmungen.
—	—	—	61°40'	1·304	—	—	—	—	—	—	—	—	Mittel aus 3 Bestimmungen.
—	—	—	—	1·045	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	62°18'	1·317	0·879	0·438	2·0	—	—	—	—	—	Vorübergehend Ig = 1·242.
—	—	—	62°36'	1·315	—	—	—	—	—	—	—	—	Wegen wechselnder Bewölkung weitere Relationen nicht bestimmbar.
—	—	—	—	1·372	—	—	—	0·156	—	—	—	8·2	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	0·064	—	—	—	—	Wegen Zeitmangel konnten vom 8.–10. August bezw. während der weiteren Etappen Sinj—Drniš und Drniš—Slap keine Bestimmungen ausgeführt werden; Bewölkung zumeist Cu und Str Cu_{5-6}.
—	—	—	—	0·417	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·505	0·334	0·171	1·95	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·447	0·290	0·157	1·8	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·276	0·136	0·140	0·97	0·040	—	—	—	6·9	
—	—	—	—	0·667	0·418	0·249	1·7	0·070	—	—	—	9·5	Etappe Slap—Benkovac.
—	—	—	—	0·681	—	—	—	0·071	—	—	—	9·6	
—	—	—	—	0·793	0·467	0·326	2·4	0·078	—	—	—	10·1	
—	58·0	43·0	—	1·447	1·007	0·440	2·3	0·192	—	—	—	7·5	
—	48·2	37·5	—	0·862	0·588	0·274	2·1	0·065	—	—	—	13·0	
—	49·6	38·1	—	0·509	0·362	0·147	2·5	0·055	—	—	—	9·3	

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Zara	5	13. VIII.	12h04	S_4	Cu_{5-6}	—	NW_{1-2}	29·0
zirka 44° 7' n. Br. und 32° 54' ö. L.	5	»	1·15	S_{3-4}	Cu_5	766·2	»	28·0
	5	»	2·42	S_3	Cu um die Sonne	—	—	28·5
Kantonnement der II. Esk. beim Viehmarkte	5	»	3·20	$S(_4)$	Cu_{3-4}	—	—	29·0
	5	»	8·40	—	B_0	766·2	NW_2	24·0
»	5	14. VIII.	6·34 a. m.	—	B_0	764·5	NW_{0-1}	23·0
	5	»	9·10	S_3	»	—	—	25·5
	5	»	9·45	S_4	—	—	NW_1	—
	5	»	12·01	S_3	B_0	—	—	26·8
	5	»	2·29	—	—	—	NW_2	26·7
	5	»	5·45	S_4	—	—	—	—
	5	»	6·14 p. m.	—	B_0	762·8	NW_2	24·3
»	5	15. VIII.	6·30 a. m.	S_4	B_0	761·0	windstill	23·1
	5	»	11·30	S_4	Cu_5 Ci; letztere in der Nähe der Sonne	—	—	27·7
	5	»	11·44	$S(_4)$	Cu_5 Ci: letztere in der Nähe der Sonne	—	—	28·3
	5	»	12·05	S_{3-4}	Cu_3 Ci in der Umgebung der Sonne	760·8	—	28·6
	5	»	5·13	»	Cu_3	—	—	29·0
	5	»	6·15	—	—	—	—	27·9
	5	»	8·00 p. m.	—	—	—	NW_1	24·1
»	5	16. VIII.	8·00 a. m.	$S(_4)$	Cu_{9-10}	760·0	NE_5	23·3
	5	»	8·30	»	»	—	»	
	5	»	9·35	$S(_3)$	Cu_9	—	»	—
	5	»	10·20	S_3	»	760·0	NE_{1-2}	—
	5	»	11·00	S_4	Cu_{9-10}	—	—	29·0
	5	»	11·30	»	»	—	—	27·0
	5	»	12·05	—	»	—	SE_1	25·0
	5	»	2·00	S_4	Cu_{10}	—	—	25·3
	5	»	8·00 p. m.	—	Cu_{5-6}	—	windstill	20·4
»	5	17. VIII.	6·50 a. m.	S_4	B_0 dunstig	763·0	—	19·3
»	5	»	11·20	S_4	Cu_{5-6}		NNE_{1-2}	30·0
»	5	»	12·00	S_4	»	—	»	32·0
Sanitätsübung zwischen Zemonico und Gallovac	za. 75	»	12·12	$S(_4)$	ACu_3 und Cu_3			—
	—	»	12·14	S_{3-4}	ACu in feinem Gefüge	—	N_1	—
	—	»	12·16	»	»	—	»	32·0
	—	»	1·00	S_2	Cu_{6-7}	—	NE_1	28·5
Kantonnement der II. Esk. beim Viehmarkte in Zara	5	»	3·05	S_4	Cu_4	764·8	—	—
	5	»	8·30 p. m.	—	B_{9-10}	765·4	NW_1	21·6
»	5	18. VIII.	7·10 a. m.	S_4	B_0	765·9	windstill	21·9
	5	»	9·20	»	—	—	—	—
	5	»	10·00	»	Cu_4	—	—	30·0
	5	»	11·30	»	—	—	—	—

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : IgV	Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
—	58·0	43·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Am Morgenritte Benkovac bis Zara.
59·0	53·0	40·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	48·0	38·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	45·5	37·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
79·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	29·5	26·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
65·0	45·5	35·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	51·0	—	—	0·513	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	48·8	37·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Im (offenen) Stalle 29·3° Lufttemperatur.
62·0	49·0	37·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	39·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
78·0	33·2	28·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
75·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	50·5	39·1	—	1·285	0·847	0·438	1·9	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	51·0	39·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	36·8	32·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	34·5	28·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	In der Stadt zu derselben Zeit 25·8°.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
70·0	25·0	24·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	27·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	30·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	35·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	44·5	36·8	—	1·198	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	47·0	37·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1h p. m. Temperatur des Meerwassers 22·6°.
—	40·9	33·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
64·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
75·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
61 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	51·0	40·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
52·0	50·0	41·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	50·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	46·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	38·0	33·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
43·0	—	—	—	1·063	0·627	0·436	1·4	—	—	—	—	—	4h p. m. Temperatur des Meerwassers 23·5°, der Luft 26·0°.
51·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
49·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	51·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	52·0	41·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	51·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Kantonnement der II. Esk. beim Viehmarkte in Zara	5	18. VIII.	11h45	—	—	—	N_2	26·0
	5	»	12·05	S(4)	Str Cu_2	—	N_{1-2}	26·2
	5	»	12·10	»	—	—	—	—
	5	»	2·05	S_{3-4}	Cu_1	765·9	—	26·5
»	5	19. VIII.	7·06 a. m.	S_4	Cu_{8-9}	763·0	SE_1	23·0
	5	»	10·05	—	—	—	—	26·0
	5	»	11·30	S(4)	Cu_6	—	SE_1	28·0
	5	»	12·00	—	Cu_{4-5}	—	»	27·0
	5	»	2·30	—	—	763·6	—	—
	5	»	4·00	S_4	—	—	—	—
	5	»	5·20 p. m.	»	Cu_{6-7}	—	SE	23·0
»	5	20. VIII.	8·35 a. m.	S(4)	Cu_5 gegen SE, dunstig	763·6	SE_{1-2}	24·0
	5	»	8·45	S_4	»	—	—	—
	5	»	2·05	»	B_0	—	SE_3	28·0
	5	»	4·10	—	—	—	—	—
	5	»	8·00 p. m.	—	—	—	—	—
Manöver vom 21. bis 25. August. 1. Tag Etappe Zara—Nadin ö. vom Kloster S. Katerina bei Zemonico inferiore	—	21. VIII.	7h50 a. m.	—	Cu_3	763·5	SE_1	25·0
	85	»	10·00	S_4	Str Cu_2 im N und NE; Dunst im S	—	S_2	29·0
	—	»	10·05	»	Str Cu_2 im N und NE; Dunst im S	—	S_2	29·0
	—	»	10·33	»	Cu_2 besonders gegen N; Dunst im S	—	S_2	29·0
	—	»	11·45	S(4)	Cu_6 besonders um die Sonne	—	S_{1-2}	—
Bei S. Maria	128	»	11·50	»	ACu_{6-7}	—	»	—
Bei Biljani Donji	za. 160	»	12·20	S_4	Cu_{6-7}	—	—	30·5
Gendarmerieposten Nadin,	188	»	2·26	S_1 von Dunst umgeben	windstill	—	windstill	30·2
Lager in der Nähe desselben bei der Quelle Bistrica.	185	»	8·05 p. m.	—	Cu_3	—	SE_2	24·8
2. Tag Etappe Nadin—Benkovac (Brigadeübung)	—	22. VIII.	7·45 a. m.	S_{3-4} von Wolken umgeben	Cu_8 netzförmig	—	—	23·5
	—	»	8·10	S_{3-4} von Wolken umgeben	Cu_6 netzförmig	—	—	26·0
Beim Friedhof von Benkovac	za. 195	»	8·30	S_{3-4}	»	—	NW_{1-2}	30·5
	—	»	8·48	»	feines Cu-Netz am Himmel zerstreut besonders in der Umgebung der Sonne	—	—	30·5
	—	»	8·52	»	Cu-Netze um die Sonne	—	N_1	29·9
	—	»	9·00	S(4)	Cu_{7-8}	—	—	29·9

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : IgV	
—	49·0	37·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
45·3	50·0	38·1	59°04'	1·133	0·680	0·453	1·5	0·119	—	—	—	9·5	Im (offenen) Stalle Lufttemperatur 27·0°.
—	—	—	58°48'	1·155	0·703	0·452	1·6	0·120	—	—	—	9·6	
—	51·3	38·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
59·0	31·0	27·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Schirokkowetter, bei welchem die aufgespritzten Straßen der Stadt kaum trocken werden.
—	50·0	38·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	49·0	38·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
64·0	51·0	39·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	53·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	49·0	—	—	0·631	0·330	0·301	1·1	—	—	—	—	—	
—	41·0	32·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
76·0	48·5	36·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	47·5	—	—	0·441	0·174	0·267	0·6	0·045	—	—	—	9·8	
61·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
70·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
70·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
59·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
67·0	50·3	39·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·626	0·333	0·293	1·1	—	—	—	—	—	
—	50·5	—	53°00'	0·626	0·313	0·313	1·0	0·060	—	—	—	10·4	Wassertemperatur des Brunnens am nö. Abhange des Klosters S. Katerina bei Zemonico = 14·5°.
—	—	—	58°07'	1·331	0·677	0·654	1·0	—	—	—	—	—	
—	—	—	58°10'	1·351	0·745	0·606	1·2	—	—	—	—	—	
62·0	—	—	58°03'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Zwischen 12^h bis 1^h 30' mehrere leichte sowie ein schwerer Fall von Hitzschlag mit Krämpfen.
47·5	55·0	42·6	—	1·343	0·763	0·580	1·3	—	—	—	—	—	
70·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	45·0	34·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	47·2	38·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
37·0	47·5	39·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
45·0	51·0	40·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	51·0	—	—	1·104	0·562	0·542	1·0	—	—	—	—	—	

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Beim Friedhofe von Benkovac	—	22.VIII.	9h10	S_3	Wolken um die Sonne dichter	—	—	—
	—	»	9·20	$S_{(1)}$	Cu_{7-8}	—	—	—
Gehöfte in Benkovac, Lager der G. S. D. A.	179	»	2·05	—	Cu_7	—	SE_3	29·6
	179	»	3·20	$S_{(1)}$	Str Cu_{5-6} in dichten Lagen besonders im W und SW	—	—	—
	179	»	3·26	S_4	Gegen W trüber	—	—	30·8
	179	»	3·32	$S_{(3)}$	»	—	—	—
	179	»	3·36	S_{2-3}	Cu_6	—	—	31·0
	179	»	3·41	S_0	»	—	—	—
Hauptstraße von Benkovac	—	»	8·10 p. m.	—	Cu_5	—	SE_{1-2}	23·8
3. Tag, Etappe Benkovac—S. Katerina bei Zemonico inferiore		23.VIII.	8·08 a. m.	$S_{(1)}$	Cu_5 in S und SW	—	geringe Luftbewegung	29·3
	179	»	10·10	$S_{(1)}$	Cu_{5-6}	—	geringe Luftbewegung	33·0
	179	»	10·56	S_{1-2}	Cu_7	—	—	—
	179	»	11·55	S_0	Cu_{8-9}, Wolkenbank im S, im übrigen zerstreutes Gewölk	—	—	35·0
Außerhalb des Ortes Benkovac	—	»	12·15	S_{0-1}	Cu_{8-9}	—	windstill	34·1
	—	»	12·20	»	»	—	»	35·0
	—	»	1·20	S_2	Cu_6 dünner	—	geringe Luftbewegung	34·5
	—	»	1·30	S_{2-3}	Str Cu_{1-5}	—	geringe Luftbewegung	34·9
An der westlichen Straßenseite zirka 5·5 *km* von Benkovac	156	»	2·02	S_4 von leichtem Dunst umgeben	Str Cu_{1-2}, Luft klar	—	NNE_{1-2}	34·5
	—	»	2·12	S_4	Fernsicht gegen Velebit rein	—	»	—
	—	»	2·15	»	—	—	—	35·0
In der Gegend des Brunnens Trnovac an der östlichen Straßenseite	—	»	3·40	—	Cu_{1-2}	—		33·8
	—	»	3·50	S_4	Cu_1 locker; Himmel tiefblau	—	WSW_{0-1}	33·4
	—	»	4·05	»	Cu_1 locker; Himmel tiefblau	—	»	—
W. H. Nikić (Nadin)	187	»	4·50	»	B_0	—	—	32·5
	—	»	5·25	—	—	—	—	31·0
Feldlager westlich vom Kloster S. Katerina	za. 85	»	10·15 p. m.	Nacht	B_{0-1}	—	SE_2	21·5
4. Tag, Umgebung von Polešnik		24.VIII.	3·00 a. m.	Vor Sonnenaufgang	Dunst	—	N_{0-1}	18·5
Zwischen Goles und Sv. Ante	101	»	5·30	S_4 Sonne aufgegangen	—	—	—	23·0
Bei Sv. Ante	127	»	7·00	S_4	dunstig	—	NW_{0-1}	27·5
Kuppe bei Visočane	103	»	8·15	»	Cu_{0-1}	—	»	27·6 in tiefem Schatten

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubner-sche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : Ig V	
—	47·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	52·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11h00 nach dem Einrücken in Benkovac (Hauptstraße) 27·5° bei SE_{3-4}.
52·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	52·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	41·4	—	0·745	0·405	0·340	1·2	—	—	—	—	—	
—	48·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
35·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	39·0	35·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
60·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
38·1	49·0	39·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	56·3	44·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	58·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Abmarsch von Benkovac.
—	53·0	44·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	57·0	46·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nach Messung von anderer Seite 35·5°.
(62·0)	56·8	45·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bestimmung der relativen Feuchtigkeit nicht ganz sicher. — Keine Zeit zur Messung der Lichtintensität.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	54·0	44·3	48·35'	1·433	0·919	0·514	1·8	—	—	—	—	—	Messungen der Lichtintensität außerhalb der Staubzone angestellt. Von anderer Seite wurden 35·5° gemessen.
45·0	55·1	—	44·28'	1·461	1·000	0·461	2·2	—	—	—	—	—	
—	55·5	45·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	In der Nähe des an der östlichen Straßenseite folgenden Brunnens ein schwerer und zwei leichte Fälle von Hitzschlag.
32·0	52·3	43·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·284	0·105	0·179	0·6	—	—	—	—	—	Hier ist der Automobiltrain von Zara mit Trinkwasser angekommen. — Temperatur desselben nach einigen Proben 20·2°.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
62·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nach Messung von anderer Seite 24·0°. Tau am Plateau von Ljubičica.
61·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·642	0·340	0·302	1·1	—	—	—	—	—	Mehrere Fälle von deutlicher Wärmestauung und Erschöpfung.

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Kuppe bei Visočane	103	24. VIII.	8h45	S_1	Cu_{0-1}, besonders gegen W dunstig	—	NW_3	28·0
»	103	»	9·05	S_5	Cu_{0-1} besonders gegen W dunstig	—	»	30·5
Steiniges Feld bei Knežević	za. 70	»	10·10	»	Cu_{0-1}	—	NW_2	—
Hilfsplatz in der Gegend (s.) von Dračevac	—	»	10·51	»	»	—	NW_3	33·2
Hilfsplatz in der Gegend (s.) von Dračevac	—	»	10·56	S_4 Dunst um die Sonne	»	—	»	32·0
Verbandplatz in der Nähe davon	za. 72	»	11·10	S_4	B_0 dunstig	—	NW_{1-2}	—
Verbandplatz in der Nähe davon	—	»	12·05	»	»	—	»	33·3
Verbandplatz in der Nähe davon	—	»	12·10	»	—	—	—	34·0
Verbandplatz in der Nähe davon	—	»	12·25	$S(_4)$	Cu_0 Ci_{1-2}	—	NW_3	33·9
Hilfsplatz	za. 70	»	1·15	»	Ci_{2-3} in Netzen	—	NW_1	—
»	—	»	1·30	S_{3-4}	Das Firmament umzieht sich mit Ci-Netzen	—	NW_{5-6}	30·0
»	—	»	2·20	S_3	Das Firmament umzieht sich mit Ci-Netzen	—	»	28·0
Am Rückmarsche nach Polešnik	—	»	4·05	»	B_{8-9}	—	WNW_6	27·0
Feldlager am Südabhange von Polešnik	za. 105	»	8·30 p. m.	—	B_8	—	NW_2	23·1
Feldlager am Südabhange von Polešnik	—	»	9·15 p. m.	—	B_5	—	NW_3	21·5
5. Tag, Umgebung von Bucić Dračevac und Rückmarsch nach Zara	za. 60	25. VIII.	5·57 a. m.	S_{0-1}	B_8 besonders im S und SE	—	windstill	21·5
	—	»	6·07	S_{2-3}	Str Cu_{8-9} im S in Zunahme	—	S_1	23·9
	—	»	6·14	S_{1-2}	Das Gewölk im S hat sich zu einer mächtigen, schwarzen, horizontal geschichteten, scharf begrenzten Wolkenbank verdichtet, die nach unten von grauweißen Cu-Ballen umsäumt wird	—	S_2	24·0
Hilfsplatz bei Gospodarstva Losario	69	»	6·32	—	B_{10}	—	WSW_{5-6} in Stößen	23·6
	69	»	7·12	S_0	Regen	—	S_3	19·3
	69	»	7·52	»	»	—	S_{2-3}	17·5 17·0 im Winde
	69	»	11·17	S bricht durch den Wolkenrand	B_8	—	S_1	21·9

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubner-sche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : IgV	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	49·0	39·8	39°55'	1·569	1·201	0·368	3·3	—	—	—	—	—	Die Sonne erscheint mit dem Rotglase beobachtet besonders rein.
—	—	—	49°40'	1·476	1·088	0·388	2·8	—	—	—	—	—	
—	50·9	42·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	54°35'	1·490	1·070	0·420	2·5	—	—	—	—	—	
—	51·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	52·0	42·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	53·0	42·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Es wird fühlbar kühler.
57·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3h 30' zunehmende Bewölkung, es fallen einige Regentropfen. In Zara zu dieser Zeit 5·1 *mm* Niederschlag.
—	38·5	32·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
62·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
65·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Im Wolkenschatten.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Mächtiges Frontgewitter rückt unter Schirokko-Böen von S heran. — Leider konnte das prachtvolle Wolkenbild nicht photographisch fixiert werden.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Die Menge des Niederschlages zwischen 7 bis 8h a. m. betrug in Zara 5·6 *mm*.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Beginnende Aufheiterung von S her. Bewölkung zieht sich nach N zurück.

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
	69	25. VIII.	11^h47	S_4	Str Cu_4	—	—	25·0
Kuppe bei Dračevac	—	»	12·04	»	Cu_1	—	—	—
Auf der Straße Ljubac—Zara, südlich von Brig nach dem »Abblasen«	—	»	2·45	»	Cu_{0-1}	—	N_1	25·7
	za. 30	»	2·55	»	»	—	—	—
Zara 44°7' n. Br.	5	»	9·00 p. m.	—	B_0	765·4	—	23·1
Zara	9	26. VIII.	11·30	S_4	B_0	—	—	25·1
»	9	»	2·05	»	»	764·8	NW_2	27·5
An Bord der „Georgia" während der Fahrt von Zara nach Spalato zirka 43° 30' n. Br.	0	»	3·45	S_4 etwas dunstig	Cu_{2-3}; Bank über dem Velebit	—	NW_1	28·1
	0	»	4·29	S_4	Cu_2 im N	—	NW_{1-2}	26·8
	0	»	5·20	»	Cu_{0-1} im N	—	»	—
	0	»	5·30	»	Ziemlich klar	—	»	—
	0	»	6·33 p. m.	Nach Sonnenuntergang	—	—	—	24·5
Ritt von Spalato nach Sinj von zirka 5—11^h a. m.	—	27. VIII.	7^h00 a. m.	S_4	Cu_{5-6}	—	NNE_6	24·3
	—	»	Tagsüber meist:	S_{3-4}	Cu_5	—	NNE_{5-6}	—
Kantonnement der II. Esk. der B. D. L. S. in Sinj	326	28. VIII.	12^h10	S_4	B_0	—	N_{1-2}	30·5
	326	»	Tagsüber:	»	Klar, tiefblauer Himmel	—	N_2	—
Kantonnement der II. Esk. der B. D. L. S. in Sinj	326	29. VIII.	9^h19	»	B_0 leichter Dunst im S und SE	—	—	27·2
	326	»	10·54	»	B_0	—	—	29·0
	326	»	11·05	»	»	—	—	29·0
	326	»	11·07	»	»	—	—	29·0
	326	»	11·09	»	»	—	N_{1-2}	—
	326	»	11·12	»	»	—	»	—
	326	»	12·00	»	»	—	»	—
	326	»	2·05	»	»	—	—	34·0
	326	»	3·05	»	»	—	NE_2	31·6
	326	»	3·45	»	»	—	—	—
In der Nähe der Infanteriekaserne	328	»	4·11	»	»	—	windstill	30·4
	328	»	4·15	»	»	—	»	—
	328	»	4·35	S_4 vor Untergang	»	—	geringe Luftbewegung	—
	328	»	4·48 p. m.	—	Dunst	—	—	29·5
Kantonnement der II. Esk.	326	30. VIII.	9·39	S_4 klar	B_0	—	—	26·8 im Schatten

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig:IgV	
65·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	56°56'	1·987	1·652	0·335	4·9	—	—	—	—	—	Cu-Bank am Velebit, sonst rein blauer Himmel.
52·5	51·6	38·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	52·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Schluß der Landungsmanöver.
80·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
73·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
57·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	51·5	39·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3h 20' p. m. Abfahrt von Zara; Rücktransport der II. Esk. der B. D. L. S. nach Spalato per mare.
—	48·5	37·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	45·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·241	0·133	0·108	1·2	—	—	—	—	—	
—	24·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10h 30' p. m. Ankunft in Spalato.
58·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Heftige Bora mit Staub in den Vormittagsstunden. Abends in Sinj wesentliche Abkühlung.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
59·0	59·1	44·8	—	1·357	—	—	—	—	—	—	—	—	Besonders reiner Tag; aus Zeitmangel leider keine weiteren Daten.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	56·5	41·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	62·4	45·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	63·3	46·2	54°02'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	65·1	47·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	64·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	62·5	—	—	1·420	1·030	0·390	2·6	0·201	—	—	—	7·1	
—	60·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	51·0	42·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	53·0	42·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	0·414	—	—	—	—	—	—	—	Sonnenscheibe allein gemessen; Mittel aus zehn Bestimmungen. Von der Straße reflektiertes Licht mit der angewendeten Methode nicht bestimmbar.
—	—	—	—	0·467	—	—	—	—	—	—	—	—	Ig von der Straße reflektiert (2 *m* über derselben) 0·082, also Ig r : Ig = 1:5·9.
—	—	—	—	0·420	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·345	0·056	0·289	0·2	0·055	—	—	—	6·3	Von einer weißen Mauer reflektiertes Licht mit der angewendeten Methode nicht bestimmbar.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	60·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Kantonnement der II. Esk.	326	30. VIII.	9h49	S_4 klar	B_0	—	—	—
	326	»	10·08	»	»	—	N_1	—
	326	»	10·30	»	»	—	»	28·0
	326	»	11·00	»	»	—	—	29·0
	326	»	11·45	S_5	»	—	—	—
	326	»	11·58	S_4	»	—	—	—
	326	»	12·17	»	»	—	—	30·6
	326	»	12·20	»	W	—	N_{1-2}	—
	326	»	12·30	»	»	—	—	—
	326	»	3·20	»	»	—	windstill	30·2
	326	»	3·30	»	B_0	—	—	—
	326	31. VIII.	11·28	S_5	B_0 klarer, tiefblauer Himmel	—	$NW_{0\cdot5}$	29·9
Beim Stadtturme von Sinj	za. 360	»	12·17	S_4	B_0 klarer, tiefblauer Himmel	—	NW_{1-2}	—
Kantonnement der II. Esk.	326	»	2·00	»	Cu_1 im E	—	—	—
	326	»	3·00	$S(_4)$	Cu_2 im E	—	—	—
Wagenfahrt von Sinj über den Prolog-Paß nach Livno.								
Plateau bei Obrovac	440	31. VIII.	4h00 p. m.	S_4	Cu_6 besonders im NE und E	—	N_{1-2}	25·1
	—	»	4·08	S_0	Cu_{6-7} im E, NE und SE	—	N_2	—
Gendarmerieposten Bilibrig	557	»	4·46	S_{1-2}	Cu_{6-7} im E, NE und SE	—	»	—
	—	»	5·50	—	—	—	N_{4-5}	21·0
	1100	»	6·15	Dämmerung	Cu_7 besonders im SE, im S schwere Gewitterwolken	—	N_5	17·6 im Winde
	—	»	6·37	»	—	—	—	—
Paßhöhe Hanvaganj	1173	»	6·40	tiefe Dämmerung	Cu_{6-7}	—	N_{4-5}	15·2
	980	»	8·40	Nacht	B_4	—	—	—
Livno zirka 43° 48' n. Br.	711	»	11·00 p. m.	»	B_6	—	—	—
	711	1. IX.	12·37	S_4	B_0 Dunst im NW	—	N_1	22·4 21·3 in tiefem Schatten
	711	»	12·45	»	B_0, Dunst	—	N_{0-1}	—
	711	»	1·10	»	»	—	»	—
	711	»	3·00	»	—	—	—	21·0
3h 35' Abfahrt von Livno	711	»	3·04	»	—	—	—	21·0

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig:IgV	
—	60·2	—	—	1·307	0·973	0·334	2·9	0·165	0·154	0·011	14·0	7·9	
—	—	—	—	1·341	—	—	—	—	—	—	—	—	Ig r, Unterlicht, zum Teile von der Straße reflektiert (2 *m* über derselben 0·353, also Ig r:Ig = 1 : 3·8.
—	61·8	44·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	60·8	44·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	64·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	60·8	—	55°34'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	55°08'	1·447	1·090	0·357	3·1	0·169	0·156	0·013	12·0	8·6	
—	59·0	—	55°02'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	60·3	—	54°46'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
31·0	54·5	42·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·550	0·273	0·277	1·0	0·078	—	—	—	7·1	
—	60·5	45·2	—	1·490	1·064	0·426	2·5	0·229	—	—	—	6·5	
—	—	—	54°45'	1·296	0·876	0·420	2·1	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	1·300	—	—	—	—	—	—	—	—	Ig von der Straße reflektiert (2 *m* über derselben) 0·296, also Ig r:Ig = 1:4·4. Über den Bergen im E steigen mächtige Cu-Wolken auf.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·435	(0·180)	0·255	(0·7)	—	—	—	—	—	Id bei $S_{(4)}$ (Wolken nahe der Sonne) bestimmt, daher Is sowie Is:Id unsicher.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Temperatur des Zisternenwassers im Stationshause von Bilibrig 15·0°.
67·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Die von der Paßhöhe blasende Bora wird als eisig empfunden.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Paßhöhe überschritten. Um etwa die gleiche Zeit in Sinj etwas Regen. Cu-Bank am Mt. Prologo, bekanntes Borazeichen.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Sternschnuppenschwarm in der Richtung NW—SE von großer Helligkeit.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ankunft in Livno.
—	45·5	34·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Wassertemperatur der Quelle »Duman« 7·9°. In den Vormittagsstunden in Sinj B_{5-6} und merklich kühler als am Vortage.
—	—	—	—	1·266	0·893	0·373	2·4	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Temperatur des Wassers am Auslaufbrunnen im Orte = 8·9°.
—	44·9	34·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Im Tale Rauch von Dorffeuern und Wiesenbränden.
—	45·3	33·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Paßhöhe Hanvaganj	1173	1. IX.	6^h38 p. m.	—	B_0	—	N_2	12·3
	—	»	7·15	Klare Nacht	»	—	N_{0-1}	12·0
Ankunft in Sinj	326	»	10·45	»	»	—	—	19·0
	326	»	11·55	»	»	—	—	18·9
Sinj	326	2. IX.	9^h15 a. m.	S_4 rein	B_0	—	N_1	24·0
	326	»	10·00	»	»	—	»	24·0
	326	»	10·30	»	»	—	»	25·1
	326	»	10·36	S_5	»	—	»	25·1
	326	»	11·10	»	»	—	»	26·1
	326	»	11·15	S_4	»	—	»	—
	326	»	11·35	»	»	—	»	26·9
Von 2.—4. IX. Reise von Sinj via Spalato nach Lussin								
Insel Lussin.								
Bucht von Cigale; geogr. Br. zirka 44° 30' n.	1	4. IX.	11^h19	S_4	B_0	—	N_1	26·2
	1	»	11·30	»	»	—	»	26·1
Insel Sansego, gegen NE offene Bucht »Buck«	2	»	4·15	»	B_0, starker Dunst	—	N_1	25·7
	2	»	4·20	»	»	—	»	—
Lussingrande beim Wetterhäuschen	5	5. IX.	10·12 a. m.	S_4 trübe	B_0 in der Ferne dunstig	—	N_{3-4}	25·6
	5	»	12·07	S_4	B_0	—	N_3	25·6
An Bord der „Tatra"	0	5. IX.	4^h30 p. m.	S(4)	Alto Cu_{1-2} besonders um die Sonne	—	N_{1-2}	26·3
	0	»	4·37	»	—	—	—	—
	0	»	4·43	S(4) von Dunst umgeben	Cu_{1-2} im W und Bank im E, einzelne Ci von W	—	N_{0-1}	—
	0	»	4·48	S(4) dunstig	C_{1-2}	—	vollkommen windstill	—
Mt. Ossero passiert zirka 44° 40' n. Br.	0	»	5·10	»	Cu_{2-3} Dunst im W stärker	—	N_{1-2}	—
	0	»	5·33	S_4	Str Cu_{2-3}	—	N_1	26·0
	0	»	5·46	»	—	—	—	—
	0	»	5·52	»	Starker Dunst im W, Fernsicht nach NW beschränkt	—	—	—
	0	»	5·55	»	—	—	N_1 mit Böen	—
Nahe der Nordspitze der Insel Cherso zirka 45° 10' n. Br.	0	»	6·03	—	—	—	—	—
	0	»	6·15	—	—	—	—	26·0
Sonne verschwindet hinter dem Kap Promontorio	0	»	6·23	Sonne untergegangen	B_3	—	—	—

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : IgV	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Temperatur des Wassers am Auslaufbrunnen der Piazetta = 18·7°.
—	59·0	41·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Besonders klarer Tag.
—	61·0	42·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	61·4	43·3	50°09'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	61·0	43·1	50°38'	1·474	1·082	0·392	2·8	—	—	—	—	—	
—	58·5	42·3	53°10'	1·433	1·060	0·373	2·8	—	—	—	—	—	
—	58·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
32·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11^h 30' Temperatur des Wassers am Auslaufbrunnen der Piazetta = 19·1°.
—	53·1	39·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	54·3	40·2	53°30'	1·237	0·866	0·371	2·3	—	—	—	—	—	Temperatur des Meerwassers (bis zur Tiefe von 50 *cm*) im Bade von Cigale = 22·5°.
63·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Temperatur des Meerwassers am Strande 28·4°; zirka 20 *m* vom Ufer an der Oberfläche (keine Wellen) 24·5°, also nahezu gleich der Lufttemperatur.
97·5	48·7 am Wetterhäuschen	37·2	—	0·893	0·542	0·351	1·5	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	1·343	0·940	0·403	2·3	—	—	—	—	—	
—	42·7	34·05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	44·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	44·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	43·3	—	—	0·209	0·067	0·142	0·5	—	—	—	—	—	Rauch des Schiffes und Sonnendächer machen genauere Bestimmung der Lichtintensität unmöglich.
—	42·1	—	—	0·150	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	39·5	32·8	—	0·139	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·062	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	35·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	34·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	31·5	28·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	27·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nach 7^h p. m. am Molo in Fiume.

Inhaltsverzeichnis.